



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Influencia de juntas de construcción en la resistencia de vigas de  
concreto simplemente apoyadas, Lima 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Gutierrez Castillo, Albert André

<https://orcid.org/0000-0001-6965-7500>

**ASESOR:**

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio

<https://orcid.org/0000-0002-9573-0182>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación con mucho cariño a mis padres: Carlos Gutierrez y Magda Castillo, y a mi hermano Ralph Gutierrez.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, hermano y a mi familia en general, por su confianza y apoyo constante e incondicional en esta etapa tan importante en mi vida.

A mi asesor, el Ing. Raúl Pinto Barrantes, por su apoyo brindado y por haberme guiado en el desarrollo de la presente investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	21
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	21
3.2 Variables y operacionalización .....	21
3.3 Población, muestra y muestreo .....	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.5 Procedimientos .....	23
3.6 Método de análisis de datos .....	36
3.7 Aspectos éticos .....	36
IV. RESULTADOS .....	37
V. DISCUSIÓN .....	43
VI. CONCLUSIÓN .....	44
VII. RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS .....	46
ANEXOS .....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficientes de fricción .....	12
Tabla 2. Valores de $\lambda$ para concreto liviano.....	13
Tabla 3. Valores de $\beta_1$ .....	17
Tabla 4. Tipos y cantidad de vigas a ensayar .....	23
Tabla 5. Proporciones en peso y volumen .....	24
Tabla 6. Número de capas necesarias por espécimen.....	30
Tabla 7. Diámetro de varilla y número de varilladas a ser usados al moldear especímenes de prueba.....	30
Tabla 8. Resistencias promedio de las probetas elaboradas el día 1 .....	37
Tabla 9. Resistencias promedio de las probetas elaboradas el día 2 .....	38
Tabla 10. Resultados del ensayo de flexión en vigas.....	40
Tabla 11. Cargas máximas y momentos de rotura promedio .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de juntas de construcción según la NTE E.060 y el ACI 318	10
Figura 2. Ubicación de juntas de construcción según la NCh 170 .....	10
Figura 3. Trayectoria de esfuerzos principales en vigas simplemente apoyadas..	11
Figura 4. Refuerzo de cortante por fricción inclinado con respecto al plano de la junta .....	12
Figura 5. Distribución de deformaciones unitarias y esfuerzos de compresión en condiciones últimas.....	16
Figura 6. Distribución real y distribución rectangular equivalente de los esfuerzos de compresión .....	16
Figura 7. Boque de esfuerzos equivalente para el análisis y diseño.....	17
Figura 8. Dimensiones y distribución de refuerzo en las vigas analizadas .....	26
Figura 9. Posiciones y orientaciones de las juntas de construcción .....	27
Figura 10. Encofrado de vigas .....	28
Figura 11. Pesado de los componentes del concreto .....	29
Figura 12. Colocación y compactación del concreto .....	31
Figura 13. Colocación de concreto en el día 1 .....	31
Figura 14. Junta de construcción cepillada .....	32
Figura 15. Colocación de concreto en el día 2 .....	33
Figura 16. Probetas elaboradas el día 1 y 2.....	33
Figura 17. Curado de probetas .....	34
Figura 18. Curado de vigas .....	34
Figura 19. Ensayo de compresión .....	35
Figura 20. Ensayo de flexión .....	35
Figura 21. Evolución de la resistencia a compresión del concreto de las probetas elaboradas el día 1 .....	38

Figura 22. Evolución de la resistencia a compresión del concreto de las probetas elaboradas el día 2 .....39

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la influencia de las juntas de construcción sobre la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas. El tipo de investigación fue aplicada, con un diseño experimental, del tipo cuasiexperimental. La muestra estuvo constituida por quince vigas, de las cuales tres fueron monolíticas (grupo de control), y el resto con juntas de construcción (grupo experimental), ubicadas al centro y a un cuarto de la luz del vano y con una orientación vertical e inclinada 45°. Se llevaron a cabo dos tipos de ensayo: De compresión, para las probetas cilíndricas, ello para verificar la resistencia a compresión del concreto utilizado en los dos días en las que se realizó la colocación del mismo; y el ensayo de flexión en las vigas, con cargas puntuales en los tercios del vano. Se tuvo como resultado que ninguna viga con junta de construcción presentó una reducción de carga última y momento de rotura, en comparación con las vigas monolíticas, con lo cual se concluye que la ubicación y orientación de las juntas de construcción, utilizadas en esta investigación, no afecta a la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas.

**Palabras clave:** Juntas de construcción, vigas, concreto armado

## ABSTRACT

The present research aimed to analyze the influence of construction joints on the strength of simply supported concrete beams. The type of research was applied, with an experimental design, of the quasi-experimental type. The sample consisted of fifteen beams, of which three were monolithic (control group), and the rest with construction joints (experimental group), located in the center and a quarter of the span and with a vertical and 45 ° inclined orientation. Two types of tests were carried out: Compression, for cylindrical specimens, to verify the compressive strength of the concrete used in the two days in which it was placed; and the bending test in the beams, with point loads in the thirds of the span. It was found that no beam with a construction joint presented a reduction in the ultimate load and breaking moment, compared to monolithic beams, with which it is concluded that the location and orientation of the construction joints, used in this research, it does not affect the strength of simply supported concrete beams.

**Keywords:** Construction joints, beams, reinforced concrete

## I. INTRODUCCIÓN

En el diseño de una estructura, esta se contempla como un elemento monolítico, es decir que existe continuidad en todos los elementos que la componen. Sin embargo, esto no es necesariamente cierto, esto principalmente debido a la presencia de juntas de construcción.

Calavera, Alaejos, Gonzáles, Fernández y Rodríguez (2004) mencionan que las juntas de construcción podrían afectar a la resistencia de los distintos elementos estructurales, llámese: losas, vigas, columnas y muros. Ello no constituiría ningún inconveniente, si es que estas juntas no estuviesen presentes en los proyectos de construcción, sin embargo, si lo están, tanto en proyectos de mediana y gran envergadura, así como también en pequeños proyectos. Las causas por las cuales se generan pueden ser diversas, por ejemplo: llevar a cabo la construcción por sectores de trabajo, una avería en el equipo de bombeo o tuberías que transportan el concreto, la presencia de una fuerte lluvia, etc.

Resultaría entonces importante conocer, de forma cuantitativa, la influencia de las juntas de construcción sobre la resistencia de los diversos elementos estructurales. En la presente investigación, se estudiará específicamente dicha influencia sobre la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas.

Para Arias (2012, p.41), la “formulación del problema es la concreción del planteamiento en una pregunta precisa y delimitada en cuanto a espacio, tiempo y población (si fuera el caso)”.

Una vez entendido el concepto, podemos mencionar que nuestro problema general es: ¿De qué manera las juntas de construcción influyen en la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020?, y los problemas específicos son los que se presenta a continuación:

¿De qué manera la ubicación de las juntas de construcción influye en la capacidad de carga última en vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020?

¿De qué manera la ubicación de las juntas de construcción influye en el momento de rotura en vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020?

¿De qué manera la orientación de las juntas de construcción influye en la capacidad de carga última en vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020?

¿De qué manera la orientación de las juntas de construcción influye en el momento de rotura en vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020?

En cuanto a la justificación de la investigación, Lerma sostiene que:

La justificación de la investigación está orientada a demostrar la importancia de resolver el problema de investigación. La importancia puede deberse a un aporte teórico, a la necesidad de solucionar o modificar la situación problemática y a la forma de utilizar los aportes teóricos, metodológicos o prácticos que pueden darse como resultado de la investigación. (2009, p.54).

Investigadores como Calavera *et al.* (2004), Fadhil y Hulail (2019) mencionan que existen pocos estudios relacionados con las juntas de construcción y el efecto de estas en los elementos estructurales de concreto; y además que existen opiniones sobre estas juntas, que en muchos casos son contradictorias. Por lo cual resultaría pertinente llevar a cabo esta investigación, ya que generaría un aporte al conocimiento, tanto en el aspecto teórico como práctico. Teórico porque podremos describir el efecto que tienen las juntas de construcción en la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, y práctico, ya que en base a los resultados obtenidos se podrá determinar la ubicación e inclinación más óptima de la junta de construcción. Dicha información resultaría bastante útil para el proyectista, quien es el responsable de definir la posición de las juntas en los planos y documentos de construcción, así como también para el supervisor de obra, que es el encargado de aprobar cualquier modificación con respecto a este tipo de juntas. Finalmente, con relación a la relevancia social, se había mencionado que estas juntas podrían afectar la resistencia de una estructura. Entonces resultaría conveniente conocer en qué medida se da esta afectación, ya que, si esta es considerable o de gran magnitud, pondría en riesgo la integridad de la edificación y por consiguiente también a las personas que la ocupan.

Para Niño (2011, p.49), los “objetivos son enunciados claros y precisos que indican los fines, metas y propósitos que el investigador pretende lograr con su investigación”.

Es así que nuestro objetivo general es analizar la influencia de las juntas de construcción sobre la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020, y los objetivos específicos son los siguientes:

Determinar la influencia de la ubicación de las juntas de construcción sobre la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Determinar la influencia de la ubicación de las juntas de construcción sobre el momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Determinar la influencia de la orientación de las juntas de construcción sobre la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Determinar la influencia de la orientación de las juntas de construcción sobre el momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Arias (2012, p.47) afirma que la “hipótesis es una suposición que expresa la posible relación entre dos o más variables, la cual se formula para responder tentativamente a un problema o pregunta de investigación”.

Se plantea entonces la hipótesis general: Las juntas de construcción afectan a la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020 y también las hipótesis específicas, las cuales se presentan a continuación:

La ubicación de las juntas de construcción afecta a la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

La ubicación de las juntas de construcción afecta al momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

La orientación de las juntas de construcción afecta a la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

La orientación de las juntas de construcción afecta al momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

**Antecedentes Internacionales:** Askar, Sauid y Mahmood (2017), en su investigación titulada “Effect of Construction Joints on the Behavior of Reinforced Concrete Beams”, tuvo como objetivo estudiar experimentalmente el efecto de la ubicación y la configuración de juntas de construcción sobre el comportamiento de vigas de concreto reforzadas. Para ello se ensayaron 7 vigas de 10x20x100 cm, dentro de las cuales se encuentran las vigas monolíticas, aquellas con juntas horizontales en zonas de tracción/compresión y finalmente las juntas inclinadas. Se aplicó una carga puntual al centro del vano, la cual se incrementaba de forma gradual hasta lograr la falla en el elemento; para ello se utilizó un equipo con una capacidad de carga de 500 kN. Se presenta a continuación las conclusiones de la investigación:

Todos los modelos ensayados presentaron una falla dúctil. La aparición de las primeras fisuras se dio bajo una carga que representa el 20.5%-25.6% de la capacidad de carga última.

La capacidad de carga de las vigas ensayadas con juntas de construcción inclinadas presentó una reducción de alrededor de 1.25%-2.5% en comparación con la viga sin junta de construcción.

Las vigas con juntas de construcción en la zona a compresión paralela al refuerzo principal tuvieron un mejor desempeño estructural que las vigas con juntas de construcción en la zona a tracción.

La capacidad de carga de las vigas con juntas de construcción horizontales en la zona a tracción presentó una reducción de alrededor de 5%-7.5% con respecto a la viga monolítica.

Gerges, Issa y Fawas (2016), en su investigación titulada “The effect of construction joints on the flexural bending capacity of singly reinforced beams”, tuvo como objetivo determinar de forma experimental, la diferencia de capacidad a flexión, entre vigas monolíticas simplemente reforzadas y aquellas con juntas de construcción al centro de la viga, para un rango de diferentes resistencias a compresión del concreto ( $f'_c$ ). Se utilizaron 7 valores distintos de  $f'_c$ , para cada uno de estos se fabricaron 3 vigas monolíticas y 3 vigas con juntas de construcción

vertical, llegando así a un total de 42 vigas ensayadas. Las dimensiones de las vigas ensayadas fueron de 15x15x75 cm. La carga máxima resistente de las vigas se obtuvo usando un equipo de carga de cuatro puntos, de acuerdo al estándar ASTM C78. Se presenta a continuación las conclusiones de la investigación:

Mientras mayor sea el valor de la resistencia a compresión del concreto ( $f'_c$ ), también aumenta el efecto de las juntas de construcción provocando así pérdidas de la capacidad a flexión en el elemento estructural.

Para un  $f'_c = 21\text{Mpa}$ , las vigas con juntas de construcción presentaron una reducción promedio en cuanto a la capacidad de carga última de 3.10%, con respecto a las vigas monolíticas.

Para un  $f'_c = 35\text{Mpa}$ , las vigas con juntas de construcción presentaron una reducción promedio en cuanto a la capacidad de carga última de 14.45%, con respecto a las vigas monolíticas.

Waleed (2011), en su investigación titulada "Effect of Construction Joints on Performance of Reinforced Concrete Beams", tuvo como objetivo estudiar experimentalmente el efecto de la ubicación y el tipo de juntas de construcción sobre el desempeño de vigas de concreto reforzadas. Para ello se ensayaron 19 vigas de 20x20x95 cm, dentro de las cuales se encuentran las vigas monolíticas y aquellas con presencia de juntas de construcción. Se aplicó una carga puntual al centro del vano, la cual se incrementaba de forma gradual; para ello se utilizó un equipo con una capacidad de carga de 1000 kN. Se presenta a continuación las conclusiones de la investigación:

La capacidad de carga de las vigas ensayadas con juntas de construcción verticales representa un 95%, en promedio, de la capacidad de aquellas vigas sin juntas de construcción.

Las vigas ensayadas con juntas de construcción inclinadas  $45^\circ$  presentan una reducción de capacidad de carga en un rango de 8%-20% con respecto a las vigas sin juntas de construcción.

Las vigas ensayadas con juntas de construcción ubicadas a la tercera parte del vano presentaron una reducción de capacidad de carga última en un rango de 2%-

15% con respecto a las vigas con juntas de construcción ubicadas al centro del vano.

Abdul (2010), en su investigación titulada “Evaluation of Transverse Construction Joints of Reinforced Concrete Beams”, tuvo como objetivo analizar ensayos experimentales disponibles usando elementos finitos no lineales con el programa ANSYS. Se analizaron 6 vigas con diferentes tipos de juntas de construcción, ubicadas todas al centro del vano, así como también una viga de referencia sin junta de construcción. Las dimensiones de las vigas fueron de 15x20x200 cm, las cuales se analizaron como vigas simplemente apoyadas con dos cargas puntuales, ubicadas en el extremo del tercio central. Se presenta a continuación las conclusiones de la investigación:

El análisis por el método de elementos finitos no lineales es una herramienta potente y relativamente económica para predecir la respuesta estructural y la capacidad de carga de elementos de concreto reforzado. La diferencia entre los resultados obtenidos por este método y los ensayos experimentales varía entre 5%-7%.

Las vigas con juntas de construcción del tipo machihembrada tuvieron un 2.4% más de capacidad de carga que el resto de vigas. Colocando un estribo adicional a través de la junta vertical, se mejora el desempeño de la unión de la viga, tanto en su resistencia, así como también evitando cualquier posible propagación de grietas. La forma de la junta de construcción afecta al comportamiento estructural de las vigas de concreto reforzadas con respecto a su resistencia, ductilidad y modo de falla.

**Antecedentes Nacionales:** Ajahuana (2019), en su tesis denominada “EVALUACIÓN DE LA ADHERENCIA EN JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN LOSAS DE CONCRETO SIMPLE DEBIDO A INTERRUPCIÓN DE VACIADO EN TIEMPOS DE 3, 6 Y 24 HORAS”, tuvo como objetivos específicos: determinar la resistencia a tracción de los especímenes de concreto simple y concreto reforzado con la presencia de juntas de construcción, determinar el tiempo óptimo durante el fraguado y endurecimiento del concreto del primer vaciado y finalmente, conocer la influencia en la adherencia de la junta de construcción, cuando se unen dos

porciones de concreto. Se ensayaron un total de 54 vigas de concreto armado, cuyas dimensiones fueron de 15x15x70 cm. Dentro de las vigas ensayadas se encuentran las vigas monolíticas y aquellas vigas con juntas de construcción con y sin aplicación de un puente de adherencia. Para el ensayo a flexión se utilizó el procedimiento que indica la NTP 339.078, en la cual se aplica dos cargas puntuales, ubicadas en los tercios del tramo, a una viga simplemente apoyada; dicha carga va aumentando hasta ocasionar la falla en el elemento. Se presenta a continuación las conclusiones de la investigación:

Si en una losa de concreto reforzada se realizan cortes de vaciado de hasta 3 horas: cuando una junta es confinada su resistencia a flexión aumenta un 13.96% más que cuando la junta no es confinada. Si se aplica un puente de adherencia a las juntas, el crecimiento solo será de 1.73%, y la falla será por flexión.

Si en una losa de concreto reforzada se realizan cortes de vaciado de hasta 6 horas: cuando una junta es confinada su resistencia a flexión disminuye un 6.56% menos que cuando la junta no es confinada. Si se aplica un puente de adherencia, cuando la junta es confinada su resistencia a flexión crece un 20.07% más que cuando la junta no es confinada, y la falla será por flexión en ambos casos.

Si en una losa de concreto reforzada se realizan cortes de vaciado de hasta 24 horas: cuando una junta es confinada su resistencia a flexión decrece un 6.19% menos que cuando la junta no es confinada. Si se aplica un puente de adherencia, cuando la junta es confinada su resistencia a flexión crece un 19.83% más que cuando la junta no es confinada, y la falla será por flexión en ambos casos.

El cambio más notorio en la incidencia de una junta de construcción sobre una losa de concreto se da entre 3 a 6 horas. Entre 6 a 24 horas, el porcentaje de incidencia es mucho menor.

Matos (2018), en su tesis denominada "EFECTO DE LA UBICACIÓN DEL PUENTE DE ADHERENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DE VIGAS SIMPLEMENTE ARMADAS VACIADAS EN DOS ETAPAS", tuvo como objetivos específicos: determinar el momento flector máximo y deflexión máxima de cada viga, determinar la ductilidad de cada viga ensayada a flexión y finalmente comparar y analizar los resultados del comportamiento estructural de los cuatro tipos de vigas. Para ello se

ensayaron un total de 21 vigas, dentro de las cuales se encuentran las vigas monolíticas y aquellas con juntas horizontales a distintas distancias desde la base de la viga. Las dimensiones de las vigas fueron de 15x20x120 cm, y los ensayos se llevaron a cabo utilizando una máquina universal con una capacidad de 100 tn. El procedimiento de ensayo se hizo de acuerdo a la NTP 339.079, en la cual se aplica una carga puntual al centro del vano a una viga simplemente apoyada, dicha carga va aumentando hasta ocasionar la falla en el elemento. Se presenta a continuación las conclusiones de la investigación:

La ubicación del puente de adherencia sobre el eje neutro de la sección de la viga, aumenta la resistencia a flexión en vigas de concreto armado.

El puente de adherencia aplicado sobre el eje neutro proporciona un incremento en la resistencia a flexión de un 8% usando aditivo Sika y en 1.6% empleando aditivo Chema.

El puente de adherencia ubicado en el eje neutro no aporta en la resistencia a flexión usando aditivo Sika y disminuye su resistencia en 4.8% utilizando aditivo Chema.

El puente de adherencia aplicado debajo del eje neutro genera una reducción en la resistencia a flexión de un 8% para ambos aditivos.

**JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN:** con el objetivo de tener una concepción general con respecto a esta variable, se presentan las siguientes definiciones.

La NTP 339.047 menciona que las juntas de construcción:

Son lugares de interrupción del proceso constructivo. Una verdadera junta de construcción debe unir el concreto nuevo al concreto existente y no debe permitir el movimiento estructural. En aplicaciones estructurales, su localización se debe determinar por el ingeniero estructural. En aplicaciones en losas sobre el terreno, las juntas de construcción frecuentemente se localizan en las juntas de contracción (control) y se las construye para permitir el movimiento y funcionar como junta de construcción. (2006, p.12).

La NCh 170 las define como:

La unión entre dos superficies de hormigón dejadas por razones de diseño, de construcción o detenciones inevitables del hormigonado, en las que una de las superficies ha endurecido hasta el punto de impedir la incorporación integral en su masa de un nuevo hormigón fresco. (2016, p. 4).

El ACI 116R (2000) indica que la junta de construcción es la superficie donde se encuentran dos colocaciones sucesivas de concreto, en la cual es recomendable lograr una conexión y a través de la cual el refuerzo podría ser continuo (p. 34).

El ACI CT (2018) define brevemente a la junta de construcción como la superficie de contacto entre colocaciones de concreto intencionalmente creada para facilitar la construcción (p. 18).

**UBICACIÓN Y ORIENTACIÓN:** En el capítulo 6 de la NTE E.060 se menciona que las juntas de construcción deberán estar definidas en los documentos de construcción y cualquier modificación con respecto a estas deberá ser aprobada por la supervisión. La información que se presenta a continuación, está referida para el caso de vigas.

La normativa mencionada anteriormente establece que las juntas de construcción deberán estar ubicadas dentro del tercio central del vano (Fig.1). Además, estas juntas en vigas principales deben desplazarse a una distancia mínima de dos veces el ancho de las vigas que las interceptan.

El ACI 224.3R menciona que, las ubicaciones óptimas para juntas colocadas perpendicularmente al refuerzo principal son los puntos de cortante mínimo o puntos de contra flexión, por lo cual generalmente estas juntas se ubican al centro o en el tercio medio del claro. Para el caso de vigas que interceptan a una viga principal, la localización de la junta, según el ACI 318, es similar a la establecida por la normativa peruana.

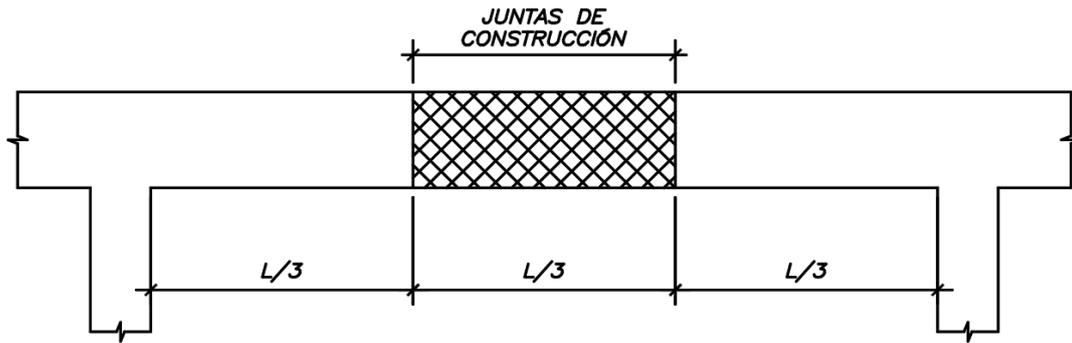


Figura 1. Ubicación de juntas de construcción según la NTE E.060 y el ACI 318

En contraste con las dos normativas mencionadas previamente, la NCh 170 menciona que estas juntas deben ubicarse aproximadamente a una distancia de un cuarto de la luz, pasado el apoyo, y su inclinación será de  $45^\circ$  (Fig.2). En el caso de cruces y encuentro de vigas, la junta de construcción se debe ubicar en la viga en la cual se realizará el vaciado posteriormente, a una distancia igual al doble del ancho de la viga en la cual se está realizando en vaciado.

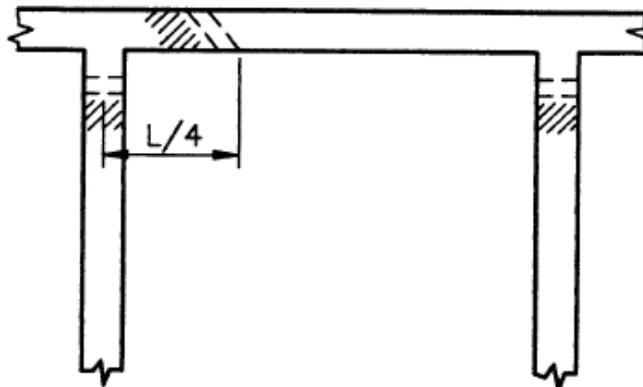


Figura 2. Ubicación de juntas de construcción según la NCh 170

Otros de los aspectos importantes con respecto a las juntas de construcción, es su orientación con respecto al eje longitudinal. Lo ideal, es que las juntas estén dispuestas u orientadas de tal manera que formen una perpendicular con la trayectoria de esfuerzos principales de compresión, esto con el objetivo de que los esfuerzos cortantes en el plano de la junta sean mínimos o nulos (García, 2001, p.20).

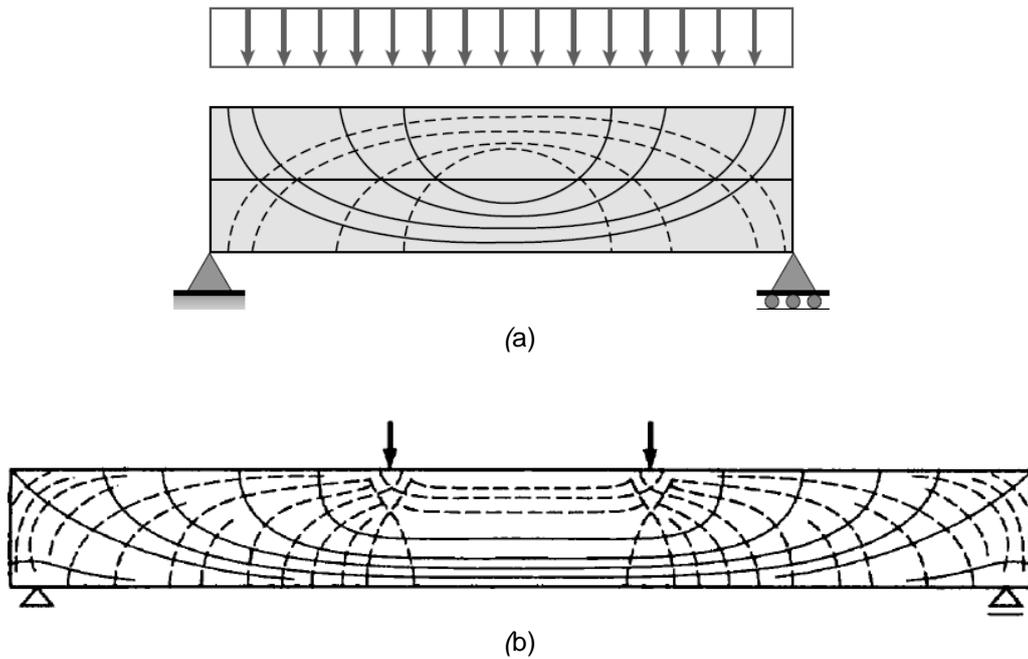


Figura 3. Trayectoria de esfuerzos principales en vigas simplemente apoyadas

En la figura anterior se muestra la trayectoria de esfuerzos principales en vigas simplemente apoyadas, una de ellas sometida a una carga uniformemente distribuida (Fig.3a) y la otra a dos cargas puntuales ubicadas de forma simétrica (Fig.3b). Para ambos casos las líneas discontinuas hacen referencia a los esfuerzos de compresión, mientras que las líneas sólidas representan los esfuerzos de tracción.

Se ha mencionado la conveniencia de disponer las juntas de forma ortogonal con respecto a la trayectoria de los esfuerzos principales de compresión, sin embargo, si esto no se cumpliera, sería oportuno conocer la resistencia de la superficie de contacto entre concretos colocados a diferentes tiempos, es decir de la junta de construcción. Esta información será tratada en las líneas siguientes.

En el capítulo 11 de la NTE E.060 se presentan expresiones de cálculo para la resistencia nominal de corte por fricción, la cual depende del área de acero del refuerzo que atraviesa la junta de construcción, el ángulo menor que forma dicho refuerzo con respecto al plano de la junta, el esfuerzo de fluencia, la característica de la superficie de contacto y finalmente también del tipo de concreto. Es así que para el caso en que no existan cargas axiales de compresión y el refuerzo de

cortante por fricción sea normal al plano de la junta, se deberá utilizar la siguiente expresión:

$$V_n = A_{vf} \cdot f_y \cdot \mu \quad (1)$$

En el caso en que el refuerzo de cortante por fricción este orientado con respecto al plano de la junta, y la fuerza cortante induce tracción en dicho refuerzo, la resistencia nominal deberá calcularse con la siguiente expresión:

$$V_n = A_{vf} \cdot f_y \cdot (\mu \cdot \text{sen} \alpha + \text{cos} \alpha) \quad (2)$$

Donde  $\mu$  es el coeficiente de fricción, el cual está especificado en la Tabla 1. y  $\alpha$  es el ángulo agudo que forma el refuerzo con el plano de la junta (Fig.4).

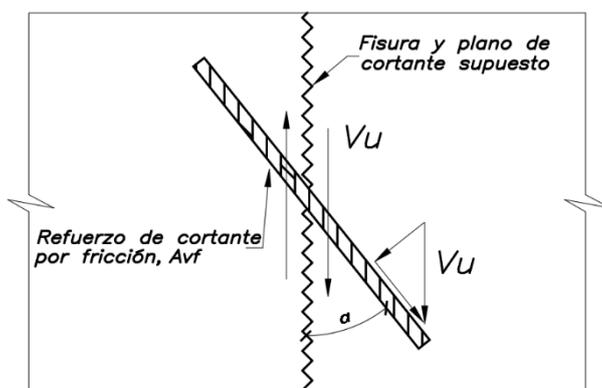


Figura 4. Refuerzo de cortante por fricción inclinado con respecto al plano de la junta

Tabla 1. Coeficientes de fricción

Estado de la superficie de contacto	$\mu$
Concreto colocado monolíticamente	$1.4\lambda$
Concreto colocado contra concreto endurecido con la superficie de contacto intencionalmente rugosa que está limpia, libre de lechada y con una amplitud completa de por lo menos 6mm	$1.0\lambda$
Concreto colocado contra concreto endurecido con la superficie de contacto no intencionalmente rugosa	$0.6\lambda$
Concreto colocado contra acero estructural que está limpio, sin pintar y con el cortante transferido a través de conectores con cabeza o barras de refuerzo soldadas	$0.7\lambda$

Fuente: NTE E0.60

Para concreto de peso normal  $\lambda=1.0$ , para concreto liviano con arena de peso normal  $\lambda=0.85$ , y para concreto liviano en todos sus componentes  $\lambda=0.75$ .

Las expresiones de cálculo para la resistencia nominal, los coeficientes de fricción y los valores de  $\lambda$  utilizados por la NTE E0.60 son idénticos a los mostrados en el código ACI 318, sin embargo, este en su última actualización (2019) incorporó un nuevo método para el cálculo de  $\lambda$  basado en la densidad de equilibrio del concreto liviano; esta información se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Valores de  $\lambda$  para concreto liviano con base en la densidad de equilibrio

$w_c$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\lambda$
$\leq 1600$	0.75
$1600 < w_c \leq 2160$	$0.00047 w_c \leq 1.0$
$> 2160$	1.0

Fuente: Código ACI 318

Finalmente es preciso mencionar algunas limitaciones. En primer lugar, con respecto a la resistencia nominal de cortante por fricción, esta no debe exceder al menor de  $0.2 f'c A_c$  y  $5.5 A_c$ , donde  $A_c$  es el área de la sección de concreto que soporta la transferencia de cortante. Y en segundo lugar y último, la resistencia a la fluencia usado para el diseño del refuerzo de cortante por fricción no debe ser mayor a 420 MPa.

Hasta el párrafo anterior se ha tratado las teorías con respecto a una de nuestras variables de estudio, las juntas de construcción. De aquí en adelante se presentarán las teorías relacionadas con nuestra segunda variable, la resistencia en vigas de concreto, específicamente lo referido a la resistencia a flexión. No se tocará el tema de resistencia a cortante, ya que las expresiones de cálculo no se aplican al caso de juntas de construcción. Para ello se emplea las expresiones de cortante por fricción, las cuales ya se han tratados líneas arriba.

Nuestra normativa indica que el diseño de estructuras de concreto debe hacerse utilizando el diseño por resistencia. Este método es básicamente un diseño por estados límites, enfocado esencialmente en los estados límites últimos (Ottazzi, 2011, p.87). Se conoce como estado límite de una estructura a cualquier etapa de

su comportamiento a partir de la cual su respuesta se considera inaceptable. En el caso específico de los estados límites últimos, estos corresponden a circunstancias en las que la estructura sufre un colapso parcial o total. Además, la falla de una sección por carga axial, flexión, cortante, torsión o cualquier combinación de dichas solicitaciones constituye un estado límite último o de falla (Meli, 2004, p.56).

En este método de diseño se debe cumplir la siguiente desigualdad:

$$\phi R_n \geq R_u$$

Donde  $R_n$  es la resistencia teórica o nominal, esta se obtiene utilizando los valores nominales de las resistencias del concreto y acero, además de las dimensiones del elemento y el acero de refuerzo (Ottazzi, 2011, p.88). Además, Darwin, Dolan y Nilson (2016) sostienen que esta resistencia “debe calcularse con base en el comportamiento inelástico de los materiales que lo conforman” (p.15). Esto último se refiere a que se toma en consideración la forma no lineal del diagrama esfuerzo-deformación unitario, ello se verá más adelante. Con respecto a  $\phi$ , estos son factores de reducción de capacidad o resistencia, cuyo valor es menor a uno. Dichos factores toman en consideración las imprecisiones o incertidumbres en la resistencia de los materiales, la mano de obra, las dimensiones y también las inexactitudes en los cálculos (McCormac y Brown, 2016, p.55). Los valores de  $\phi$  se pueden encontrar en la sección 9.3.2 de la NTE E.060.

Con relación a  $R_u$ , esta es la resistencia requerida. Esta se refiere a las solicitaciones o fuerzas internas, obtenidas mediante un análisis elástico de la estructura, que se generan por el efecto de las cargas que actúan sobre la estructura o elemento estructural. Dichas cargas son las de servicio o trabajo, a las cuales se les ha multiplicado por un factor de amplificación (González y Robles, 2005, p.23). Los factores de carga o amplificación se plantean con el objetivo de considerar la variabilidad en el grado de precisión con el que se puede determinar cada carga de servicio y además la posibilidad de que dichas cargas sean excedidas durante la construcción y la vida útil de la estructura (Harmsen, 2018, p.17). Estos factores están definidos en la sección 9.2 de la NTE E.060.

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN:** cuando se habla de resistencia a la flexión, esta está referida al momento nominal de una sección, es decir a la capacidad que tiene

para poder soportar un determinado momento flector. Se presenta a continuación las suposiciones o hipótesis para el análisis y diseño establecidas por nuestra normativa:

La deformación unitaria en el concreto y en el refuerzo son directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro, con excepción de las vigas de gran peralte, la cual se encuentra definida en la sección 10.7.1 de la NTE E0.60. Esta hipótesis básicamente lo que plantea es que una sección plana antes de la deformación, lo sigue siendo después de la misma.

Se debe considerar una deformación unitaria última del concreto ( $\epsilon_{cu}$ ) igual a 0.003. Al respecto se puede mencionar que, en base a ensayos llevados en laboratorio para concretos normales, se han alcanzado deformaciones unitarias de 0.004 e inclusive para condiciones especiales se han obtenido deformaciones mayores a 0.008 (Harmsen, 2018, p.174).

El esfuerzo en el acero deberá considerarse como el producto de su módulo de elasticidad por su deformación unitaria ( $\epsilon_s$ ). Para deformaciones superiores a la de fluencia, se deberá considerar el esfuerzo igual a  $f_y$ .

El concreto no resiste tracciones, por lo cual se despreja su capacidad para tomar dichos esfuerzos.

Se puede suponer una relación entre los esfuerzos de compresión en el concreto y su deformación unitaria correspondiente de forma parabólica, trapezoidal, rectangular o cualquier otra que prediga la resistencia acorde con los resultados obtenidos en laboratorio.

Habiendo ya mencionado las hipótesis, podemos pasar a realizar el análisis de una sección de una viga, en este caso de forma rectangular. Dado que el método de diseño, es el de resistencia, entonces para el análisis se considera un estado de pre rotura o muy cercana a la falla, es decir que el esfuerzo de tracción en el concreto ha superado su módulo de rotura y por lo tanto el refuerzo de acero es ahora el encargado de soportar dicho esfuerzo. Además, la distribución de esfuerzos de compresión no sigue una forma lineal, sino más bien una no lineal (Fig.5)

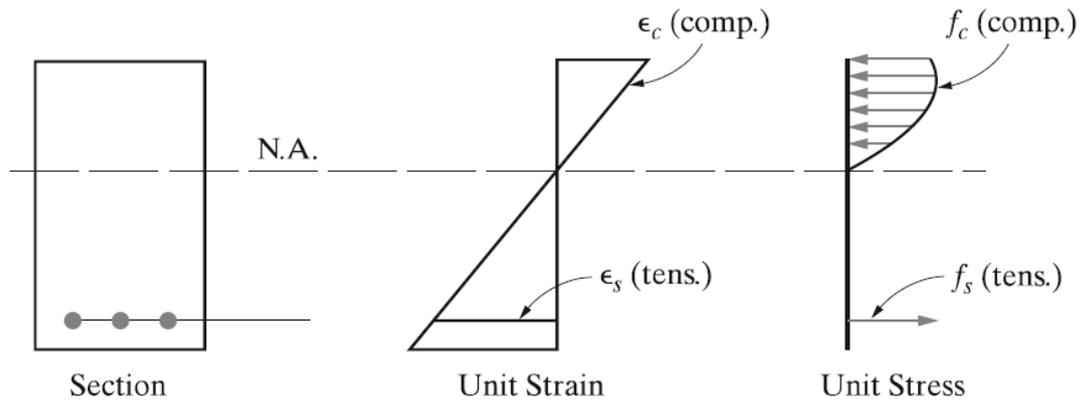


Figura 5. Distribución de deformaciones unitarias y esfuerzos de compresión en condiciones últimas

Como se puede observar en la figura anterior, la distribución de los esfuerzos de compresión tiene una forma parecida a una parábola. Para fines de simplificación y aplicación práctica, en 1937, Charles Whitney propuso un bloque rectangular de distribución de esfuerzos de compresión equivalente (Fig.6). Este considera un esfuerzo promedio de compresión igual a  $0.85 f'_c$ , el cual actúa sobre la superficie definida por el ancho de la viga y el parámetro  $a$  (Aghayere y Limbrunner, 2014, p16).

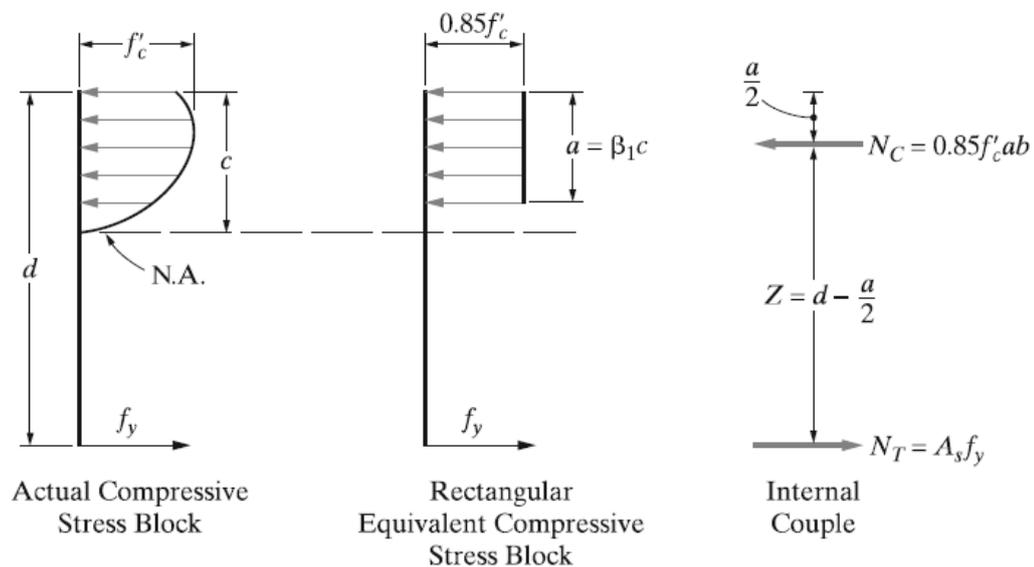


Figura 6. Distribución real y distribución rectangular equivalente de los esfuerzos de compresión

Dicho parámetro se calcula mediante la siguiente expresión:

$$a = \beta_1 c \quad (3)$$

Donde  $c$  es la profundidad del eje neutro o, dicho de otra forma, la distancia de este hasta la fibra extrema en compresión. Con respecto a  $\beta_1$ , este es un factor que está en función de la resistencia a compresión del concreto ( $f'_c$ ). Se presenta los valores de dicho factor en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Valores de  $\beta_1$

$f'_c$ , MPa	$\beta_1$
$17 \leq f'_c \leq 28$	0.85
$28 < f'_c < 55$	$0.85 - \frac{0.05(f'_c - 28)}{7}$
$f'_c \geq 55$	0.65

Fuente: Código ACI 318

Los miembros sometidos a flexión se diseñan para que presenten una falla por tracción, ya que esta es la más conveniente dada la ductilidad que desarrolla. En este tipo de falla el acero fluye, es decir que el esfuerzo en este es igual a  $f_y$ , además que se genera cuando la deformación unitaria neta en el refuerzo extremo a tracción ( $\epsilon_t$ ) es mayor a 0.005 (Harmsen, 2018,176). Se presenta a continuación el análisis de una sección rectangular, con refuerzo solo a tracción y con un comportamiento dúctil.

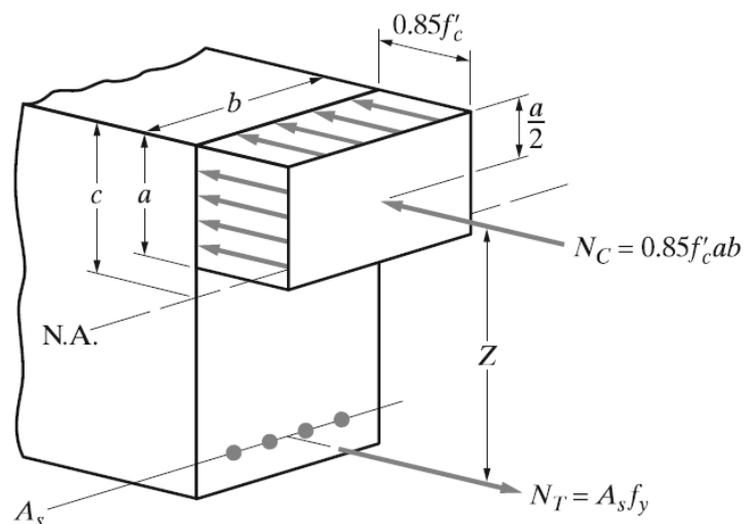


Figura 7. Boque de esfuerzos equivalente para el análisis y diseño

A partir de la Figura 7, planteamos el equilibrio de la sección, para luego despejar el valor de  $a$ :

$$N_C = N_T$$
$$0.85 f'c a b = A_s f_y$$
$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'c b} \quad (4)$$

Calculamos ahora la distancia entre las resultantes:

$$Z = d - \frac{a}{2}$$

Finalmente, para determinar el momento nominal de la sección, este puede hacerse en función a la resultante de compresión o de tracción:

$$M_n = 0.85 f'c a b \left( d - \frac{a}{2} \right) \quad (5)$$

$$M_n = A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \quad (6)$$

Teniendo definido el área del refuerzo longitudinal,  $A_s$ , las dimensiones de la sección transversal de la viga y la calidad de los materiales empleados, el análisis para el cálculo del  $M_n$  resulta bastante sencillo. Sin embargo, en el diseño, se parte teniendo como valores conocidos los mencionados anteriormente, con excepción del  $A_s$ , que es justamente la incógnita que se pretende hallar. Para ello se debe tener presente la siguiente relación:

$$\phi M_n \geq M_u \quad (7)$$

Donde  $M_u$  es el momento requerido, obtenido del análisis estructural.

Existen diversos procedimientos para el diseño, ya sea mediante un proceso iterativo, empleando tablas o gráficas, así como también mediante ciertas expresiones. En este caso emplearemos esta última, para lo cual se debe tener en consideración a la cuantía geométrica ( $\rho$ ) y al índice de refuerzo ( $w$ ), los cuales se muestra a continuación:

$$\rho = \frac{As}{b d} \quad (8)$$

$$w = \rho \frac{f_y}{f'_c} \quad (9)$$

Utilizando (8) y (9) en (4), se obtiene:

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 f'_c}$$

$$a = \frac{w d}{0.85} \quad (10)$$

De las expresiones (5) y (10), se obtiene:

$$Mn = b d^2 f'_c w (1 - 0.59w) \quad (11)$$

Finalmente, de las expresiones (7) y (11), tenemos:

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi b d^2 f'_c} = 0 \quad (12)$$

De la expresión anterior notamos que nuestra incógnita es  $w$ , la cual se obtiene fácilmente resolviendo la ecuación cuadrática. Una vez encontrado el índice de refuerzo, se puede obtener  $As$ , que es lo que se quería finalmente encontrar. Es importante mencionar que las expresiones de cálculo presentadas, son válidas siempre que se verifique la fluencia del acero, lo cual se puede hacer mediante la evaluación de la deformación unitaria en el refuerzo.

Una vez encontrado el  $As$ , es necesario garantizar una falla por tracción. Para lograrlo, la NTE E0.60 utiliza el criterio de la cuantía balanceada ( $\rho_b$ ), en este caso especifica que la cuantía geométrica no debe ser superior a  $0.75\rho_b$ . En el caso que se utilice un acero con un módulo de elasticidad ( $Es$ ) igual a 200 000 MPa, Otazzi (2011) propone la siguiente expresión:

$$\rho_b = \frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right) \quad (13)$$

En el caso del código ACI 318-19 no utiliza el criterio de la cuantía balanceada, sino más bien el de las deformaciones unitarias. Para una sección controlada por tracción se debe cumplir:

$$\varepsilon_t \geq \varepsilon_{ty} + 0.003$$

Donde  $\varepsilon_{ty}$  es el límite de deformación unitaria controlada por compresión, la cual se obtiene con la siguiente expresión  $f_y/E_s$ .

Existen circunstancias en las cuales se utilizan dimensiones para las vigas muy superiores a las que requiere solo por flexión, lo cual conlleva a obtener cuantías bajas. Ello podría generar que el momento nominal sea menor al momento de agrietamiento, produciéndose así una falla súbita (McCormac y Brown, 2016, p.72). Para evitar dicha situación, las normativas plantean cuantías mínimas. En nuestro caso, la NTE E0.60 propone la siguiente:

$$\rho_{mín} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} \quad (14)$$

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

La investigación básica se orienta a la búsqueda de principios básicos y nuevos conocimientos, sin preocuparse por los campos de aplicación. Por otra parte, la investigación aplicada, se encarga de resolver problemas, dentro de la aplicación de la ciencia (Niño, 2011, p.38).

Dado que esta investigación se fundamenta en teorías ya existentes y además que pretende solucionar problemas específicos, entonces se trata de una investigación del tipo aplicada.

##### **Diseño de investigación**

El diseño de la presente investigación es experimental, del tipo cuasiexperimental, ya que se manipulará a la variable independiente para observar su efecto sobre la variable dependiente, pero este se diferencia de un experimento puro en el grado de seguridad en cuanto a la equivalencia de grupos. Además, en este tipo de diseño, los sujetos no son asignados al azar a los grupos, sino que ya están previamente definidos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.151). Los grupos que se presentan en este caso son: el grupo experimental y el grupo de control, el primero es el que recibe el tratamiento y el segundo es el que sirve como comparación, ya que este no recibe el estímulo (Arias, 2012, p.35).

El grupo de control estará conformado por las vigas monolíticas, y el grupo experimental por aquellas vigas con juntas de construcción.

#### **3.2 Variables y operacionalización**

Las variables se pueden clasificar como: independiente y dependiente. La primera, es aquella que producto de su manipulación genera y explica las modificaciones en la segunda (Arias, 2012, p.59).

En este caso, nuestra variable independiente son las juntas de construcción, y la dependiente, la resistencia en las vigas de concreto simplemente apoyadas. La definición conceptual, definición operacional, las dimensiones, los indicadores y las escalas de medición se pueden encontrar en la matriz de operacionalización (Anexo 3).

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

“La población es el conjunto de todos los elementos de la misma especie que presentan una característica determinada o que corresponden a una misma definición y a cuyos elementos se le estudiarán sus características y relaciones” (Lerma, 2009, p.72).

Según la definición anterior, podemos mencionar que nuestra población está conformada por la totalidad de vigas de concreto simplemente apoyadas existentes.

#### **Muestra**

“Una muestra es una porción de un colectivo o de una población determinada, que se seleccionan con el fin de estudiar o medir las propiedades que caracterizan a la totalidad de dicha población” (Niño, 2011, p.55).

En este caso, la muestra estará compuesta por un total de 15 vigas, divididas en 5 grupos, los cuales se muestran en la tabla 4.

#### **Muestreo**

En la presente investigación se utilizará el muestreo por conveniencia. Este es un tipo de muestreo no probabilístico, en el cual se seleccionan las unidades muestrales de acuerdo a la conveniencia o accesibilidad del investigador (Tamayo, 2001, p.13).

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica que se empleará en esta investigación será la observación estructurada, ya que esta se realiza en correspondencia con los objetivos de investigación, además que la forma de registrar los datos se elabora con anterioridad (Arias, 2012, p.70).

Dentro de los instrumentos tenemos a las normas técnicas, las cuales establecen los procedimientos que se deben llevar a cabo al momento de hacer los ensayos en laboratorio. En este caso se utilizarán las siguientes normativas: NTP 339.034: 2015 y NTP 339.078: 2012. Además de dichas normativas, se utilizarán también fichas para el registro de datos (Anexo 5), para posteriormente poder analizar los resultados mediante un cuadro elaborado por el autor.

**Tabla 4.** Tipos y cantidad de vigas a ensayar

Tipo de viga	Designación	Junta de construcción		Cantidad
		Posición	Orientación	
Viga Monolítica	VM	-	-	3
Viga con Junta de Construcción	VJC1	Al centro del vano	Vertical	3
Viga con Junta de Construcción	VJC2	Al centro del vano	Inclinada 45°	3
Viga con Junta de Construcción	VJC3	A un cuarto de la longitud del vano	Vertical	3
Viga con Junta de Construcción	VJC4	A un cuarto de la longitud del vano	Inclinada 45°	3
<b>Total</b>				<b>15</b>

Fuente: Elaboración propia

### **Validez y confiabilidad**

La validez es una cualidad del instrumento que consiste en que este sirva para medir la variable que se busca medir y no otra. En cuanto a la confiabilidad, este es el grado en que una prueba genera en todos los casos resultados similares en unas condiciones constantes (Niño, 2011, p.87).

Se puede mencionar que se cumplirán con ambos parámetros, ya que se llevarán a cabo los ensayos en laboratorio siguiendo los pasos establecidos por las normativas anteriormente mencionadas, además de que estos se ejecutarán en un laboratorio acreditado.

### **3.5 Procedimientos**

Esta investigación presentará las siguientes etapas:

- Diseño de mezcla

En la sección 5 y 9 de la norma E0.60 indican que el  $f'c$  mínimo para el concreto estructural es de 17 MPa, sin embargo, esto no aplica para elementos resistentes a fuerzas sísmicas, ya que en ese caso el  $f'c$  mínimo es de 21 MPa, esto según la sección 21 de la normativa mencionada anteriormente.

En este caso, se decidió utilizar un concreto con un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con una consistencia plástica y además no se consideró la presencia de sulfatos y tampoco la exposición a congelación. Los materiales empleados fueron: Cemento portland tipo I, de la marca SOL, agregados de la marca TRANSTIDEC y agua potable de la red UNI. Se llevó una muestra de dichos materiales al Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería, para efectuar el análisis granulométrico, determinar las propiedades físicas de los agregados y en base a esa información poder realizar el diseño de mezcla, todo ello se puede ver a detalle en el Anexo 7. A continuación se presenta las dosificaciones en peso y volumen:

**Tabla 5.** *Proporciones en peso y volumen para un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Dosificaciones del concreto</b>			
	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Piedra</b>
<b>Peso</b>	1	2.23	2.28
<b>Volumen</b>	1	2.01	2.49

Fuente: Elaboración propia

- Elaboración de las vigas de concreto armado

Las secciones transversales de las vigas analizadas fueron de 0.15m x 0.15m, esto en concordancia con las dimensiones utilizadas en investigaciones anteriores, es decir, en los antecedentes. La longitud total del elemento fue de 1.45m, con una luz libre de 1.35m; de esa forma se cumple con el criterio para el dimensionado de vigas, es decir utilizar una relación entre el peralte del elemento y la luz libre de 1/10 a 1/12 (Blanco, 1994, p.39).

Una vez determinada las dimensiones del elemento, se puede calcular las áreas de aceros mínima y máxima. Es preciso mencionar que el acero utilizado fue de grado 60 con un  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , de la marca ACEROS AREQUIPA.

Para el cálculo del acero mínimo, utilizamos la expresión (14) del capítulo 2:

$$\rho_{mín} = \frac{0.7 \sqrt{f'c}}{f_y}$$

Reemplazando los valores de  $f'c$  y  $f_y$  obtenemos  $\rho_{mín} = 0.00242$ , luego multiplicamos este valor por el ancho ( $b$ ) y peralte efectivo de la viga ( $d$ ). Considerando un recubrimiento de 2.50cm, y además de ello el espesor del estribo y refuerzo longitudinal, tenemos  $d = 11.50$ cm. Finalmente el área de acero mínimo es:

$$A_{smín} = 0.42 \text{ cm}^2$$

Para el cálculo del área de acero máximo, es necesario determinar previamente el área de acero balanceado, para ello utilizamos la expresión (13):

$$\rho_b = \frac{0.85 \beta_1 f'c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

Dado que el  $f'c$  del concreto utilizado es de 210kg/cm<sup>2</sup>, de la tabla 3 tenemos que  $\beta_1 = 0.85$ . Reemplazado en la expresión anterior obtenemos  $\rho_b = 0.02125$ , de forma similar al caso anterior, multiplicamos este valor por el ancho y peralte efectivo de la viga, teniendo como resultado el área de acero balanceado:

$$A_{sb} = 3.67 \text{ cm}^2$$

Nuestra normativa limita el área de acero a un 75% del valor anterior, con lo cual tendríamos la siguiente área de acero máximo:

$$A_{smáx} = 2.75 \text{ cm}^2$$

Harmsen (2018, p.187) indica que es recomendable utilizar cuantías de acero menores a  $0.5\rho_b$ , ya que cuantías superiores a esta no resultan económicas. En este caso se utilizó como refuerzo principal 2Ø3/8" ( $A_s = 1.42 \text{ cm}^2$ ), esta representa aproximadamente el 39% del  $A_{sb}$ , con lo cual se cumple con el criterio anteriormente mencionado.

Dado que las vigas analizadas son simplemente apoyadas, el refuerzo principal es el que se coloca en la parte inferior, ya que esta estará sometida a momentos flectores positivos. Entonces para el refuerzo superior simplemente se puede colocar el área de acero mínimo, en este caso se utilizó 2Ø6mm ( $0.56 \text{ cm}^2$ ).

Nuestra normativa también indica un área de acero mínima para cortante, según la siguiente expresión:

$$A_{v\text{mín}} = 0.2 \sqrt{f'c} \frac{bw s}{f_{yt}} \geq 3.5 \frac{bw s}{f_{yt}}$$

Dado que el acero utilizado para el refuerzo transversal es del mismo grado que el refuerzo longitudinal, entonces  $f_{yt} = 4200\text{kg/cm}^2$ . Utilizando como refuerzo transversal  $\text{Ø}6\text{mm}$  tenemos  $A_v = 0.56\text{cm}^2$  (2 ramas), luego despejamos “s” de las dos expresiones anteriores, teniendo como resultado:

$$s_1 = 54.10\text{cm}$$

$$s_2 = 44.80\text{cm}$$

Como se puede observar, para el área de acero mínimo para cortante le corresponde una separación entre estribos igual a 45cm aproximadamente. En este caso, para las vigas analizadas se utilizó una separación máxima de 20cm, de esa manera se tiene un área de acero tal que, en conjunto con el aporte del concreto, se evita una posible falla por cortante.

En la Fig.8 se puede apreciar las dimensiones y el refuerzo utilizado en las vigas analizadas.

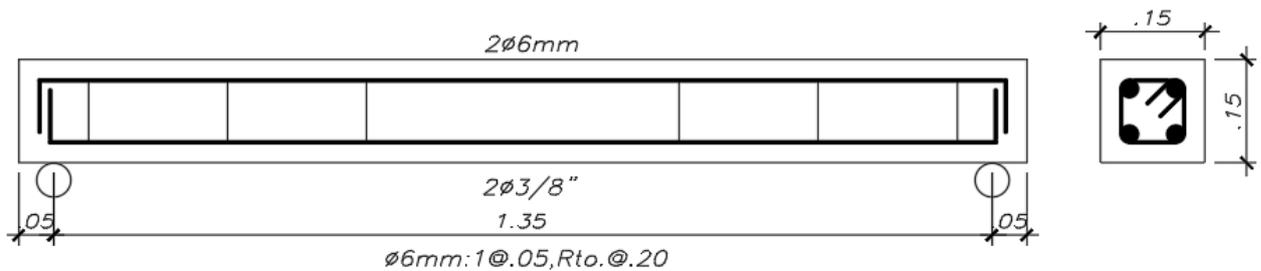


Figura 8. Dimensiones y distribución de refuerzo en las vigas analizadas

A continuación, se presentan de forma gráfica las distintas posiciones y orientaciones de las juntas de construcción.

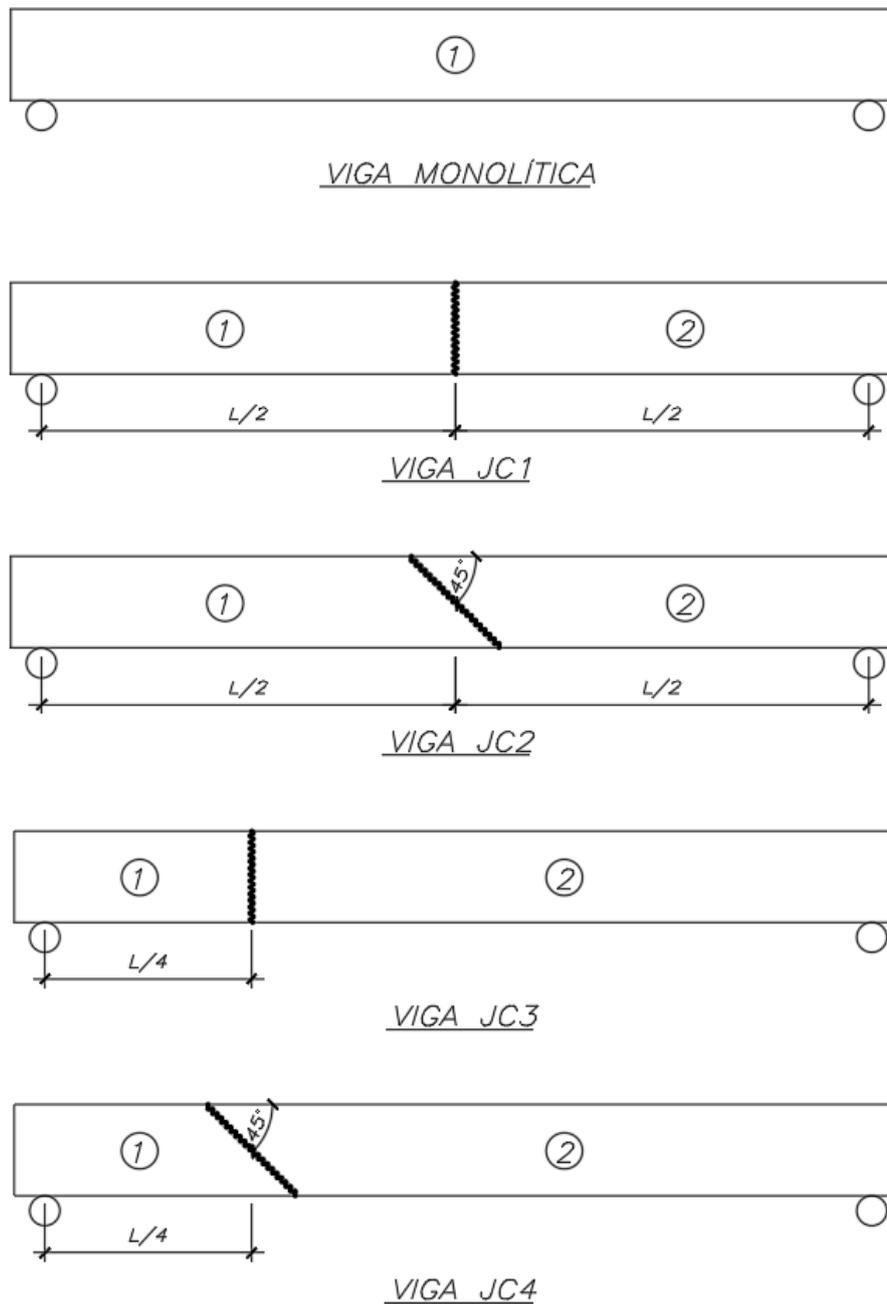


Figura 9. Posiciones y orientaciones de las juntas de construcción

Los números 1 y 2 de la Fig.9 indican el orden para la colocación del concreto, ya que ello se realizó en dos días distintos.

Para el encofrado de las vigas se utilizó triplay de 15mm, a estos se les aplicó un desmoldante para facilitar el proceso de desencofrado (Fig.10).



(a)



(b)

Figura 10. Encofrado de vigas

La elaboración del concreto se hizo en base a los resultados del diseño de mezcla, en este caso utilizando la dosificación en peso. Es por ello que, para cada tanda, se hizo el pesado respectivo de cada componente del concreto: cemento, agregado grueso, agregado fino y agua (Fig.11).

Para la elaboración se utilizó una mezcladora de concreto de 11p<sup>3</sup> de capacidad. Previo al inicio del funcionamiento de la mezcladora, se añadió el agregado grueso y una parte del agua de la mezcla, luego se puso en funcionamiento dicho equipo y se adicionó el agregado fino, cemento y el agua restante. Una vez que todos los componentes estuvieron en el equipo, se mezcló el concreto durante 3min., seguido por 3min. de reposo y finalmente 2min. adicionales de mezclado.



(a)



(b)



(c)

*Figura 11. Pesado de los componentes del concreto*

Una vez elaborada la mezcla, se procedió a colocarla dentro de los moldes de la viga utilizando un cucharón (Fig.12a). Dado que la profundidad de la viga fue de 150 mm y el método de consolidación utilizado fue el varillado, la colocación del concreto se hizo en 2 capas, ello de acuerdo a la Tabla 6.

El varillado se hizo con una varilla de 5/8" con un extremo redondeado, el número de golpes por capa fue de 1 por cada 14 cm<sup>2</sup> de superficie (Tabla 7.). Se distribuyó los golpes de manera uniforme sobre la sección del molde (Fig.12b), además después de que cada capa fue varillada, se golpeó los lados del molde 15 veces

con un martillo de goma, ello para evitar espacios vacíos y para eliminar burbujas grandes de aire que pudiesen haber quedado atrapadas.

**Tabla 6. Número de capas necesarias por espécimen**

<b>Tipo y tamaño de espécimen mm (pulg)</b>	<b>Modo de consolidación</b>	<b>Número de capas de aproximadamente igual profundidad</b>
<b>Cilindros</b>		
<b>Diámetro en mm (pulg)</b>		
75 a 100 (3 a 4)	Varillado	2
150 (6)	Varillado	3
225 (9)	Varillado	4
Hasta 225 (9)	Vibración	2
<b>Prismas y cilindros horizontales para escurrimiento plástico</b>		
<b>Profundidad en mm (pulg)</b>		
Hasta 200 (8)	Varillado	2
Más de 200 (8)	Varillado	3 o más
Hasta 200 (8)	Vibración	1
Más de 200 (8)	Vibración	2 o más

Fuente: Norma NTP 339.183

**Tabla 7. Diámetro de varilla y número de varilladas a ser usados al moldear especímenes de prueba**

<b>Vigas y Prismas</b>		
<b>Área superficial superior del espécimen cm<sup>2</sup> (pulg<sup>2</sup>)</b>	<b>Diámetro de varilla mm (pulg)</b>	<b>Número de goles/capa</b>
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 a 310 (26 a 49)	10 (3/8)	Una por cada 7cm <sup>2</sup> (1pulg <sup>2</sup> ) de superficie
320 (50) a más	16 (5/8)	Una por cada 14 cm <sup>2</sup> (2pulg <sup>2</sup> ) de superficie

Fuente: Norma NTP 339.183



(a)



(b)

*Figura 12. Colocación y compactación del concreto*

Es preciso mencionar que todo el procedimiento relacionado con la elaboración del concreto en laboratorio, que se presentó líneas arriba, está basado en la Norma NTP 339.183:2013.

La colocación del concreto se llevó a cabo en dos días diferentes, esto debido a la presencia de juntas de construcción en las vigas. El día 1 (07/10/20) se llevó a cabo el vaciado total de las vigas monolíticas y el vaciado parcial de las vigas con juntas de construcción (Fig.13).



*Figura 13. Colocación de concreto en el día 1*

Bussell y Cather (1995, p.50) indican que es necesario un cuidado especial en la preparación de las juntas de construcción, ello para asegurar una adecuada capacidad a flexión y cortante a través de la junta.

Calavera *et al.* (2004, p.238) menciona diversos tratamientos para las juntas de construcción, entre ellas: las superficies cepilladas. Los autores indican que es un tratamiento recomendado en muchas normativas, y en especial en la Instrucción EHE. Este método consiste básicamente en cepillar la superficie del concreto transcurrido un tiempo que suele oscilar de tres a dieciséis horas, a partir de la colocación del concreto.

En este caso se utilizó dicho tratamiento. Es por ello que en el día 2 (08/10/20), se desencofró las juntas de construcción y posteriormente, utilizando un cepillo con cerdas metálicas, se cepilló dichas superficies, removiendo la lechada y parte del mortero, de tal forma de que el agregado grueso quedó parcialmente expuesto (Fig.14).



*Figura 14.* Junta de construcción cepillada

Una vez cepilladas las juntas de construcción, se procedió con la colocación del concreto en las vigas, teniendo de esa forma todas las vigas completas (Fig.15).



Figura 15. Colocación de concreto en el día 2

Tanto en el día 1 y 2, durante la elaboración y colocación del concreto en las vigas, se extrajeron 6 muestras (Fig.16) y se elaboraron las probetas que posteriormente fueron ensayadas a compresión a los 7, 14 y 28 días.



Figura 16. Probetas elaboradas el día 1 y 2

- Curado

Este se llevó a cabo de acuerdo a la NTP 339.183. Las probetas fueron desmoldadas 24 horas después de haber sido elaboradas, y posteriormente fueron llevadas a la cámara de curado (Fig.17), estas permanecieron allí hasta el día que fueron ensayadas.



*Figura 17. Curado de probetas*

Para el caso de las vigas, el curado se llevó a cabo mediante la aplicación directa de agua durante 7 días después de la colocación del concreto, tal como lo indica la NTE E0.60. Además, las vigas fueron cubiertas con plástico para evitar la evaporación del agua (Fig.18); estas permanecieron de ese modo hasta el día del ensayo.



*Figura 18. Curado de vigas*

- Ensayos en laboratorio.

Los ensayos que se llevaron a cabo en esta investigación fueron: Compresión y Flexión. El primero se basa en la NTP 339.034, y básicamente consiste en aplicar una carga continua sobre la probeta, dicha carga aumenta progresivamente hasta que la probeta falle, es ahí donde se registra la carga de rotura (Fig.19). Dicha carga se divide sobre el área promedio de la sección recta y de esa manera se obtiene la resistencia a compresión del concreto. Cabe resaltar que el resultado individual del ensayo de compresión es el promedio de dos probetas, es por ello que se elaboraron seis de ellas, tanto para día 1 como para el día 2, de las cuales dos

fueron ensayadas a los 7 días, las otras dos a los 14 días y las dos restantes a los 28 días.



*Figura 19. Ensayo de compresión*

El ensayo de flexión está basado en la NTP 339.078. Para este ensayo se utilizó una máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO, mediante el cual se aplicó dos cargas concentradas en los extremos del tercio central (Fig.20), dichas cargas se aplicaron de forma continua, aumentando de forma gradual hasta causar la falla en las vigas, es allí donde se registra la carga máxima o de rotura. Conociendo dicha carga y la posición de la falla, se pudo calcular los momentos de rotura, tanto de las vigas monolíticas, así como también de aquellas con juntas de construcción.



*Figura 20. Ensayo de flexión*

- Resultados. Estos presentan en el capítulo siguiente.

### **3.6 Método de análisis de datos**

El análisis de datos se hará utilizando un cuadro elaborado por el propio autor, en estas se podrán apreciar los porcentajes de variación de resistencia en las vigas, en términos de capacidad de carga última y momento de rotura; para finalmente poder determinar la ubicación y orientación más óptima de las juntas de construcción.

### **3.7 Aspectos éticos**

Blaxter, Hughes y Tight (2000) indican que “todo proyecto de investigación plantea cuestiones éticas, especialmente cuando involucra directamente a las personas, pero también cuando se basan solo en pruebas documentales” (p.199).

Además, también mencionan cuatro aspectos éticos: confidencialidad, anonimato, profesionalismo y legalidad. Los dos primeros están relacionados a investigaciones en las cuales involucra a seres humanos como sujetos de estudio, por lo cual estos no serán tratados ya que no corresponden a nuestro tipo de investigación. Con respecto a los otros dos aspectos y en adición a ellos también la honestidad, estos implican: adherirse a los datos, resultados y hechos, no manipular información, veracidad en el reporte de resultados, respetar la propiedad intelectual y no incurrir en plagio (Hernández *et al.*, 2014, p.5)

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto

La colocación del concreto en las vigas se llevó a cabo en dos días distintos (07/10/20 – 08/10/20), esto debido a la presencia de juntas de construcción. En cada uno de esos días se extrajeron muestras de concreto y se elaboraron seis probetas, para ser ensayadas a los 7,14 y 28 días. El objetivo de este ensayo fue verificar que no exista una variación apreciable entre la resistencia a compresión del concreto ( $f_c$ ) utilizado el día 1 y 2, ello para la edad en la cual se ensayaron las vigas, es decir, a los 28 días. Todo esto para garantizar que la variación que se generó en nuestra variable dependiente (resistencia) se debió a la manipulación de la variable independiente (juntas de construcción), y no a otro tipo de variable, en este caso a la resistencia a compresión del concreto.

**Tabla 8.** Resistencias promedio de las probetas elaboradas el día 1

<b>I. ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA: NTP 339.034: 2015</b>						
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Esfuerzo Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	VD1 7 (1)	7	79.96	20462	256	245
2	VD1 7 (2)	7	80.79	18902	234	
3	VD1 14 (1)	14	79.41	22192	279	281
4	VD1 14 (2)	14	79.17	22378	283	
5	VD1 28 (1)	28	79.49	23610	297	296
6	VD1 28 (2)	28	79.09	23355	295	

Fuente: Elaboración propia

- **VDX Y (Z):** probeta elaborada de una muestra de concreto utilizado en vigas, el día “X”, para ser ensayado a los “Y” días, número “Z”

En la tabla anterior se presenta las resistencias promedio de las probetas elaboradas el día 1, ensayadas a los 7, 14 y 28 días.

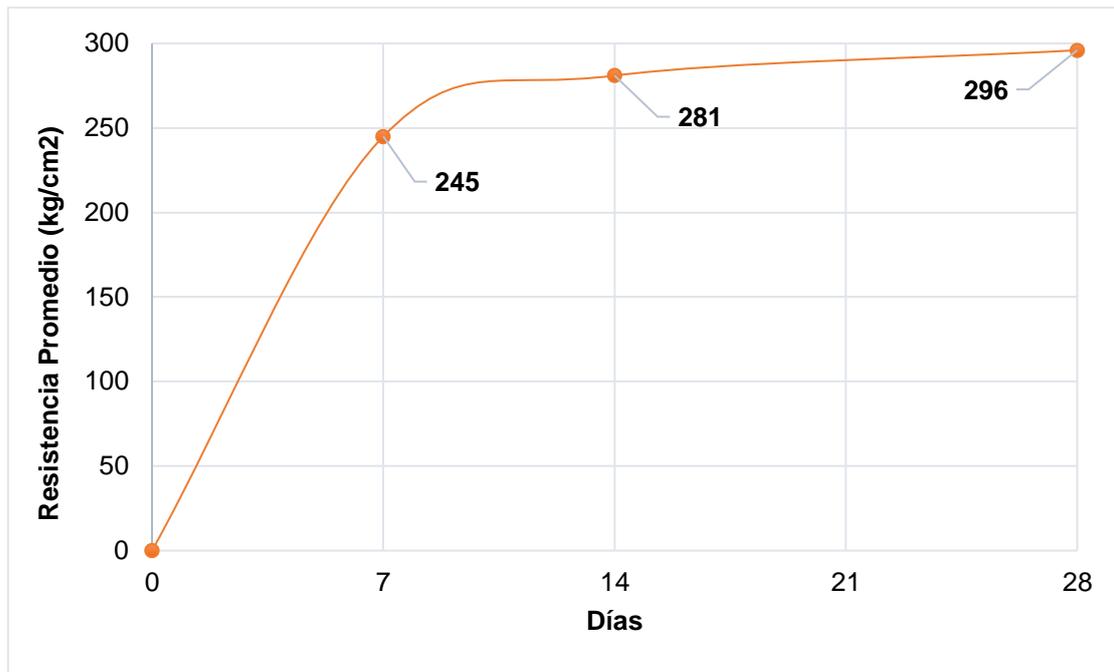


Figura 21. Evolución de la resistencia a compresión del concreto de las probetas elaboradas el día 1

En la gráfica anterior se muestra la evolución de la resistencia a compresión del concreto de las probetas elaboradas el día 1. Como se puede observar, a los 7 días se alcanzó aproximadamente un 83% de la resistencia final (28 días); a los 14 días se llegó a un 95%, y finalmente a los 28 días se obtuvo una resistencia promedio de 296 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 9.** Resistencias promedio de las probetas elaboradas el día 2

I. ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA: NTP 339.034: 2015						
N°	Identificación	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
1	VD2 7 (1)	7	80.12	18683	233	232
2	VD2 7 (2)	7	79.64	18319	230	
3	VD2 14 (1)	14	79.41	17583	221	238
4	VD2 14 (2)	14	80.83	20540	254	
5	VD2 28 (1)	28	80.12	23439	293	301
6	VD2 28 (2)	28	80.36	24842	309	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se presenta las resistencias promedio de las probetas elaboradas el día 2, ensayadas a los 7, 14 y 28 días.

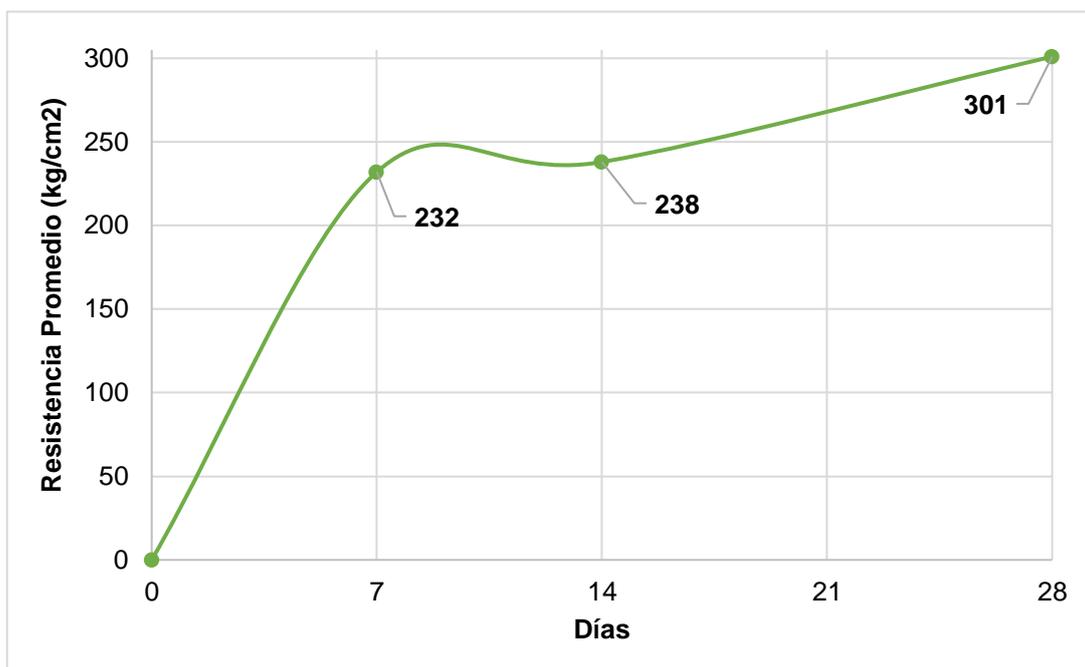


Figura 22. Evolución de la resistencia a compresión del concreto de las probetas elaboradas el día 2

En la gráfica anterior se muestra la evolución de la resistencia a compresión del concreto de las probetas elaboradas el día 2. Como se puede observar, a los 7 días se alcanzó aproximadamente un 77% de la resistencia final (28 días); a los 14 días se llegó a un 79%, y finalmente a los 28 días se obtuvo una resistencia promedio de 301 kg/cm<sup>2</sup>.

Como se puede apreciar en la Figura 21 y 22, la resistencia a compresión del concreto elaborado el día 1 y 2 no tiene una variación significativa, esta es del 1.5% aproximadamente; con lo cual, se cumplió con lo supuesto inicialmente.

#### 4.2 Ensayo de flexión en vigas

Se ensayó un total de 15 vigas, dentro de las cuales se encuentran las vigas monolíticas y aquellas con juntas de construcción. La designación de las vigas, la orientación y posición de las juntas de construcción se pueden ver en la Tabla 4.

**Tabla 10. Resultados del ensayo de flexión en vigas**

<b>II. ENSAYO DE FLEXIÓN NORMA: NTP 339.078: 2012</b>							
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Altura (mm)</b>	<b>Luz libre (mm)</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>Momento (kg.m)</b>
1	VM (1)	150	150	1350	28	3950	888.75
2	VM (2)	150	151	1350	28	3940	886.50
3	VM (3)	150	151	1350	28	4050	911.25
4	VJC1 (1)	150	151	1350	28	3980	895.50
5	VJC1 (2)	150	152	1350	28	3985	896.63
6	VJC1 (3)	149	151	1350	28	4000	900.00
7	VJC2 (1)	149	150	1350	28	3880	873.00
8	VJC2 (2)	150	150	1350	28	4280	963.00
9	VJC2 (3)	150	152	1350	28	3860	868.50
10	VJC3 (1)	150	149	1350	28	3990	897.75
11	VJC3 (2)	150	151	1350	28	3940	886.50
12	VJC3 (3)	150	150	1350	28	3910	879.75
13	VJC4 (1)	149	150	1350	28	4450	1001.25
14	VJC4 (2)	149	150	1350	28	4240	954.00
15	VJC4 (3)	150	150	1350	28	4290	965.25

Fuente: Elaboración propia

- **Dado que las vigas son isostáticas, con dos cargas puntuales en los tercios del vano y además la falla de todas las vigas se dio en el tercio central (Anexo 9), entonces el momento de rotura se calcula multiplicando la carga última por la luz libre, dividido por seis.**

En la tabla anterior se muestra los resultados de carga máxima y momento de rotura de las quince vigas ensayadas. Como se puede observar se tiene cinco grupos con tres vigas cada uno, esto con el objetivo de obtener valores promedio. Dichos valores se muestran en la tabla 11.

De la tabla 11 se tiene que las vigas con juntas de construcción: VJC1, VJC2 y VJC4 no presentaron ninguna reducción en cuanto a capacidad de carga máxima y momento de rotura, con respecto a las vigas monolíticas. Mientras que la viga VJC3 presentó una reducción en la capacidad de carga máxima y momento de rotura de 0.84%, con relación a las vigas monolíticas.

**Tabla 11.** *Cargas máximas y momentos de rotura promedio de las vigas ensayadas*

<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>Momento (kg.m)</b>
1	VM	3980.00	895.50
2	VJC1	3988.33	897.38
3	VJC2	4006.67	901.50
4	VJC3	3946.67	888.00
5	VJC4	4326.67	973.50

Fuente: Elaboración propia

### **4.3 Contrastación de hipótesis**

#### **Hipótesis General**

Hi: Las juntas de construcción afectan a la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Ho: Las juntas de construcción no afectan a la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Se rechaza la hipótesis de investigación y se acepta la hipótesis nula, ya que las juntas de construcción no afectan a la resistencia de las vigas.

#### **Hipótesis Específica 1**

Hi: La ubicación de las juntas de construcción afecta a la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Ho: La ubicación de las juntas de construcción afecta a la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Las vigas con juntas de construcción, ubicadas al centro y a un cuarto del vano, no presentaron una reducción en la capacidad de carga última, en comparación con las vigas monolíticas; con lo cual se rechaza la hipótesis de investigación y se acepta la hipótesis nula.

#### **Hipótesis Específica 2**

Hi: La ubicación de las juntas de construcción afecta al momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Ho: La ubicación de las juntas de construcción no afecta al momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Las vigas con juntas de construcción, ubicadas al centro y a un cuarto del vano, no presentaron una reducción en el momento de rotura, en comparación con las vigas monolíticas; con lo cual se rechaza la hipótesis de investigación y se acepta la hipótesis nula.

### **Hipótesis Específica 3**

Hi: La orientación de las juntas de construcción afecta a la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Ho: La orientación de las juntas de construcción no afecta a la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Las vigas con juntas de construcción, verticales e inclinadas 45°, no presentaron una reducción en la capacidad de carga última, en comparación con las vigas monolíticas; con lo cual se rechaza la hipótesis de investigación y se acepta la hipótesis nula.

### **Hipótesis Específica 4**

Hi: La orientación de las juntas de construcción afecta al momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Ho: La orientación de las juntas de construcción no afecta al momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.

Las vigas con juntas de construcción, verticales e inclinadas 45°, no presentaron una reducción en el momento de rotura, en comparación con las vigas monolíticas; con lo cual se rechaza la hipótesis de investigación y se acepta la hipótesis nula.

## V. DISCUSIÓN

Askar, Saudid y Mahmood (2017) obtuvieron como resultado de su investigación, que la viga con junta de construcción inclinada  $45^\circ$  ubicada al centro del vano presentó una reducción del 1.25% en cuanto a la carga máxima y momento de rotura, en comparación con la viga monolítica; mientras que la viga con una junta ubicada a un cuarto del vano, presentó una reducción del 2.5%. En contraste con dichos resultados, en la presente investigación, en ambos casos, no se presentó ninguna reducción en la carga máxima y momento de rotura.

Gerges, Issa y Fawas (2016) obtuvieron como resultado de su investigación, que las vigas con juntas de construcción verticales ubicadas al centro del vano, presentaron una reducción del 3.10% en cuanto a la carga máxima y momento de rotura, en comparación con las vigas monolíticas. A diferencia de ello, en la presente investigación, para dicho tipo de viga, no hubo ninguna reducción en la carga máxima y momento de rotura.

Waleed (2011) obtuvo como resultados de su investigación: La viga con junta de construcción vertical ubicada al centro del vano no presentó una disminución en la carga máxima y momento de rotura, en comparación con la viga monolítica; mientras que la viga con una junta inclinada  $45^\circ$ , presentó una reducción del 12.5%. De estos dos resultados, en la presente investigación se coincide con el primero de ellos, sin embargo, con el segundo no, ya que no se presentó ninguna reducción de resistencia en las vigas. Otro de los resultados obtenidos por este autor fue: La viga con junta vertical ubicada a un tercio del vano presentó una reducción del 10%, mientras que, en la viga con una junta inclinada  $45^\circ$ , la reducción fue del 20%. En nuestra investigación se obtuvo, en el primer caso, una reducción del 0.84%; mientras que, en el segundo, no hubo ninguna reducción.

Abdul (2010) obtuvo como resultado de su investigación, que la viga con junta de construcción vertical ubicada al centro del vano, presentó una reducción del 2.5% en la carga última y momento de rotura, en comparación con la viga monolítica; mientras que la viga con una junta inclinada  $45^\circ$ , la reducción fue del 15%. En la presente investigación, en ambos casos, no se presentó ninguna reducción en la carga máxima y momento rotura.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1 Se determinó que la ubicación de las juntas de construcción no afecta a la capacidad de carga última de las vigas de concreto simplemente apoyadas, ya que, tanto las vigas con juntas ubicadas al centro del vano y a un cuarto de este, no presentaron ninguna disminución o reducción en comparación con las vigas monolíticas (Tabla 11).
- 6.2 Se determinó que la ubicación de las juntas de construcción no afecta al momento de rotura de las vigas de concreto simplemente apoyadas, ya que, tanto las vigas con juntas ubicadas al centro del vano y a un cuarto de este, no presentaron ninguna disminución o reducción en comparación con las vigas monolíticas (Tabla 11).
- 6.3 Se determinó que la orientación de las juntas de construcción no afecta a la capacidad de carga última de las vigas de concreto simplemente apoyadas, ya que, tanto las vigas con juntas verticales e inclinadas  $45^\circ$ , no presentaron ninguna disminución o reducción en comparación con las vigas monolíticas (Tabla 11).
- 6.4 Se determinó que la orientación de las juntas de construcción no afecta al momento de rotura de las vigas de concreto simplemente apoyadas, ya que, tanto las vigas con juntas verticales e inclinadas  $45^\circ$ , no presentaron ninguna disminución o reducción en comparación con las vigas monolíticas (Tabla 11).

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 7.1 Se recomienda verificar cuidadosamente las dimensiones especificadas para el encofrado o moldes utilizados para las vigas.
- 7.2 Se recomienda aplicar un desmoldante en las caras del encofrado, de tal forma que se facilite el proceso de desencofrado de las vigas; además de tener cuidado en que dicho desmoldante no entre en contacto con el refuerzo de acero, ya que esto podría afectar en la adherencia con el concreto.
- 7.3 Se recomienda verificar cuidadosamente los pesos de los componentes del concreto previo al proceso de mezclado, y durante este, cumplir con el tiempo de mezclado y reposo establecidos por la normativa correspondiente.
- 7.4 Se recomienda consolidar adecuadamente la mezcla de concreto, ello para evitar posibles vacíos o cangrejeras.
- 7.5 Se recomienda asegurar adecuadamente el encofrado de las juntas de construcción, de tal forma que, durante el proceso de colocación del concreto, estos permanezcan inamovibles.
- 7.6 Se recomienda, durante el ensayo de flexión, verificar cuidadosamente el correcto posicionamiento de los puntos de aplicación de las cargas, así como también de los puntos de apoyo.
- 7.7 Se recomienda continuar con la investigación, utilizando otras ubicaciones y orientaciones de las juntas de construcción; así como también aplicando otros tratamientos sobre la junta, que pueden ser la aplicación de una capa de mortero o el uso de resinas epóxicas, previo a la colocación del concreto.

## REFERENCIAS

ABDUL, Qais. Evaluation of Transverse Construction Joints of Reinforced Concrete Beams. *Engineering and Technology Journal* [en línea]. Mayo 2010, Vol.28, n.º14. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. Disponible en <https://www.iasj.net/iasj?func=article&ald=33416>

ISSN: 16816900-24120758

AGHAYERE, Abi y LIMBRUNNER, George. Reinforced Concrete Design. 8.ª ed. USA: Pearson Education, 2014. 302 pp.

ISBN: 0132859297

AJAHUANA, Edward. Evaluación de la Adherencia en Juntas de Construcción en Losas de Concreto Simple Debido a Interrupción de Vaciado en Tiempos de 3, 6 y 24 horas. Tesis (Título Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019. 136pp.

AMERICAN Concrete Institute. ACI 318: Building Code Requirements for Structural Concrete. Michigan, 2019. 624 pp.

AMERICAN Concrete Institute. ACI 116R: Cement and Concrete Terminology. Michigan, 2000. 73 pp.

AMERICAN Concrete Institute. ACI CT: Concrete Terminology. Michigan, 2018. 76 pp.

AMERICAN Concrete Institute. ACI 224.3R: Joints in Concrete Construction. Michigan, 1995. 44 pp.

ARIAS, Fidas. El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. 6.ª ed. Caracas: Editorial EPISTEME, 2012. 143 pp.

ISBN: 9800785299

ASKAR, Hussain, SAUID, Thaar y MAHMOOD, Jasim. Effect of Construction Joints on the Behavior of Reinforced Concrete Beams. *Journal of Engineering* [en línea]. Mayo 2017, Vol.23, n.º5. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2020]. Disponible en <http://joe.uobaghdad.edu.iq/index.php/main/article/view/40>

ISSN: 2520-3339

BLANCO, Antonio. Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Lima: Colegio de Ingeniero del Perú, 1994. 303 pp.

BLAXTER, Loraine, HUGHES, Christina y TIGHT, Malcolm. Cómo se hace una investigación. Barcelona: Gedisa, 2000. 351 pp.

ISBN: 9788474327267

BUSSELL, M.N. y CATHER, R. Design and construction of joints in concrete structures. Londres: Construction Industry Research and Information Association, 1995. 79 pp.

ISBN: 0860174298

DARWIN, David, DOLAN, Charles y NILSON, Arthur. Design of Concrete Structures. 15.<sup>a</sup> ed. Nueva York: McGraw-Hill Education, 2016. 786 pp.

ISBN: 9780073397948

EJECUCIÓN y control de estructuras de hormigón por José Calavera [*et al.*]. Madrid: Intemac Ediciones, 2004. 937 pp.

ISBN: 8488764197

FADHIL, Raid y HULAIL, Wisam. Effect of type and position of construction joint on behavior and capacity of reinforced concrete one way slabs. *Journal of Engineering and Sustainable Development* [en línea]. Marzo 2019, Vol.23, n.º2. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.31272/jeasd.23.2.3>

ISSN: 2520-0917

GARCÍA, Álvaro. Hormigón Armado III Elementos estructurales. Madrid: Fundación Escuela de la Edificación, 2001. 428 pp.

ISBN: 8486957877

GERGES, Nagib, ISA, Camille y FAWAS, Samer. Effect of construction joints on the splitting tensile strength of concrete. *Case Studies in Construction Materials* [en línea]. Diciembre 2015, Vol.3. [Fecha de consulta: 12 de agosto de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2015.07.001>

ISSN: 2214-5095

GERGES, Nagib, ISA, Camille y FAWAS, Samer. The effect of construction joints on the flexural bending capacity of singly reinforced beams. *Case Studies in*

*Construction Materials* [en línea]. Diciembre 2016, Vol.5. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2016.09.004>

ISSN: 2214-5095

GONZÁLES, Óscar y FERNÁNDEZ, Francisco. Aspectos fundamentales del concreto reforzado. 4.<sup>a</sup> ed. México: Editorial Limusa, 2005. 802 pp.

ISBN: 9681864468

HARMSSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado. 5.<sup>a</sup> ed. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. 905 pp.

ISBN: 9786123174071

HARRIES, Kent, ZENO, Gabriel y SHAHROOZ, Bahram. Toward an improved understanding of shear-friction behavior. *ACI Structural Journal* [en línea]. Noviembre 2012, Vol.109, n.º6. [Fecha de consulta: 02 de agosto de 2020].

Disponible en

<https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/51684127>

ISSN: 0889-3241

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación. 6.<sup>a</sup> ed. México: McGraw-Hill Education, 2014. 600 pp.

ISBN: 9781456223960

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación [en línea]. 6.<sup>a</sup> ed. México: McGraw-Hill Education, 2014 [Fecha de consulta: 11 de junio de 2020]. Capítulo 2. Ética en la investigación. Disponible en:

[http://highered.mheducation.com/sites/1456223968/student\\_view0/capitulos\\_1\\_a\\_13.html](http://highered.mheducation.com/sites/1456223968/student_view0/capitulos_1_a_13.html)

ISBN: 9781456223960

INTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 339.034, of. 15: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión, en muestras cilíndricas. Lima: INACAL, 2015. 18 pp.

INTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 339.078, of. 12: Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima: INACAL, 2012. 10 pp.

INTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 339.183, of. 13: Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. Lima: INACAL, 2013. 25 pp.

INTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). NTP 339.047, of. 06: Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados. Lima: INDECOPI, 2006. 16 pp.

INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). NCh 170, of. 16: Hormigón – Requisitos generales. Santiago de Chile: INN, 2016. 37 pp.

LERMA, Héctor. Metodología de la Investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto. 4.<sup>a</sup> ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009. 190 pp.

ISBN: 9789586486026

MARTOS, Cluber. Efecto de la Ubicación del Puente de Adherencia en la Resistencia a Flexión de Vigas Simplemente Armadas Vaciadas en Dos Etapas. Tesis (Título Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 144 pp.

MCCORMAC, Jack y BROWN, Russell. Design of Reinforced Concrete. 10.<sup>a</sup> ed. USA: John Wiley & Sons, 2016. 672 pp.

ISBN: 9781118878934

MELI, Roberto. Diseño Estructural. 2.<sup>a</sup> ed. México: Editorial Limusa, 2004. 596 pp.

ISBN: 9681853911

MINISTERIO de Fomento (España). NORMA EHE, of. 08: Instrucción de hormigón estructural. España: Secretaría General Técnica, 2008. 702 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). NORMA E.060, of. 09: CONCRETO ARMADO. Lima: SENCICO, 2009. 205 pp.

NIÑO, Víctor. Metodología de la Investigación: diseño y ejecución. Bogotá: Ediciones de la U, 2011. 156 pp.

ISBN: 9789588675947

OTTAZZI, Gianfranco. Diseño en Concreto Armado. 2.<sup>a</sup> ed. Lima: Asociación Capítulo Peruano del Instituto Americano del Concreto, 2011. 500 pp.

ISBN: 9786124525209

RIVVA, Enrique. CONCRETO: Supervisión del Concreto en Obra. 4.<sup>a</sup> ed. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2014. 232 pp.

SANTOS, Pedro y JÚLIO, Eduardo. A state-of-the-art review on shear friction. *Engineering Structures* [en línea]. Diciembre 2012, Vol.45. [Fecha de consulta: 02 de agosto de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2012.06.036>

ISSN: 0141-0296

TAMAYO, Gonzalo. Diseños muestrales en la investigación. *Semestre Económico* [en línea]. 2001, Vol.4, n.º7. [Fecha de consulta: 08 de junio de 2020]. Disponible en <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1410>

ISSN: 2248-4345

WALEED, Zena. Effect of Construction Joints on Performance of Reinforced Concrete Beams. *Al-Khwarizmi Engineering Journal* [en línea]. 2012, Vol.8, n.º1. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2020]. Disponible en <https://www.iasj.net/iasj?func=article&ald=24809>

ISSN: 18181171-23120789

## **ANEXOS**

### ANEXO 3: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

"Influencia de juntas de construcción en la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020"					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente (X)  Juntas de construcción	Son aquellas juntas que se presentan cuando el proceso de colocación del concreto es detenido o demorado, de tal manera que el concreto fresco posteriormente colocado contra el concreto endurecido no puede unirse al previamente colocado (Rivva, 2014, p. 99).	El cambio en cuanto a la posición de las juntas de construcción a lo largo de la viga y su inclinación con respecto al eje longitudinal, influyen en la resistencia de las vigas de concreto.	Ubicación de la junta de construcción  Orientación de la junta de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al Centro del vano</li> <li>• A un cuarto de la luz del vano</li> <li>• Vertical o a 90°</li> <li>• Inclinada a 45°</li> </ul>	Nominal
Variable Dependiente (Y)  Resistencia en vigas de concreto simplemente apoyadas	Es la capacidad que debe tener un elemento o sección transversal del mismo para resistir las cargas amplificadas o los momentos y fuerzas internas actuantes (NTE E.060, 2009, p.29).	Para poder medir la resistencia en la viga se utilizará un dispositivo, el cual aplicará dos cargas puntuales en los extremos del tercio central del elemento, las cuales se irán incrementado hasta causar la falla o ruptura.	Capacidad de carga última  Momento de rotura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Compresión a los 7, 14 y 28 días</li> <li>• Ensayo de Flexión a los 28 días</li> <li>• Ensayo de Compresión a los 7, 14 y 28 días</li> <li>• Ensayo de Flexión a los 28 días</li> </ul>	De Razón

## ANEXO 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

"Influencia de juntas de construcción en la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020"						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente (X)	Ubicación de la junta de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al Centro del vano</li> <li>A un cuarto de la luz del vano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normas Técnicas NTP 339.034: 2015 (Ensayo de compresión)</li> <li>NTP 339.078: 2012 (Ensayo de flexión)</li> <li>Fichas para el registro de datos.</li> <li>Tabla para el análisis de resultados</li> </ul>
¿De qué manera las juntas de construcción influyen en la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020?	Analizar la influencia de las juntas de construcción sobre la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.	Las juntas de construcción afectan a la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.	Juntas de construcción	Orientación de la junta de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vertical o a 90°</li> <li>Inclinada a 45°</li> </ul>	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente (Y)	Capacidad de carga última	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayo de Compresión a los 7, 14 y 28 días</li> <li>Ensayo de Flexión a los 28 días</li> </ul>	
¿De qué manera la ubicación de las juntas de construcción influye en la capacidad de carga última en vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020?	Determinar la influencia de la ubicación de las juntas de construcción sobre la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.	La ubicación de las juntas de construcción afecta a la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.	Resistencia en vigas de concreto simplemente apoyadas			
¿De qué manera la ubicación de las juntas de construcción influye en el momento de rotura en vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020?	Determinar la influencia de la ubicación de las juntas de construcción sobre el momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.	La ubicación de las juntas de construcción afecta al momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.				
¿De qué manera la orientación de las juntas de construcción influye en la capacidad de carga última en vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020?	Determinar la influencia de la orientación de las juntas de construcción sobre la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.	La orientación de las juntas de construcción afecta a la capacidad de carga última de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.	Momento de rotura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayo de Compresión a los 7, 14 y 28 días</li> <li>Ensayo de Flexión a los 28 días</li> </ul>		
¿De qué manera la orientación de las juntas de construcción influye en el momento de rotura en vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020?	Determinar la influencia de la orientación de las juntas de construcción sobre el momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.	La orientación de las juntas de construcción afecta al momento de rotura de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020.				

## ANEXO 5: FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

### I. ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA: NTP 339.034: 2015

**Proyecto:** Influencia de juntas de construcción en la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020

**Investigador:** Gutierrez Castillo, Albert André

**Fecha de Ensayo:**

N°	Identificación	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1					
2					
3					
4					
5					
6					

### II. ENSAYO DE FLEXIÓN NORMA: NTP 339.078: 2012

**Proyecto:** Influencia de juntas de construcción en la resistencia de vigas de concreto simplemente apoyadas, Lima 2020

**Investigador:** Gutierrez Castillo, Albert André

**Fecha de Ensayo:**

N°	Identificación	Ancho (mm)	Altura (mm)	Luz libre (mm)	Edad (días)	Carga (kg)	Momento (kg.m)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

# ANEXO 7: RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET** Engineering Technology Accreditation Commission

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Pág. 1 de 5

**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : ALBERT ANDRÉ GUTIERREZ CASTILLO  
**Obra** : TESIS  
**Ubicación** : INFLUENCIA DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN LA RESISTENCIA DE VIGAS DE CONCRETO SIMPLEMENTE APOYADAS, LIMA 2020  
**Asunto** : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
**Expediente N°** : 20-1170  
**Recibo N°** : 70559  
**Fecha de emisión** : 23/09/2020

---

**1.0 DE LOS MATERIALES**

**1.1 Cemento:**  
Se utilizó cemento SOL Tipo I, proporcionado por el solicitante.

**1.2 Agregado Fino:**  
Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera TRANSTIDEC.  
Las características se indican en el ANEXO 1.

**1.3 Agregado Grueso:**  
Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera TRANSTIDEC.  
Las características se indican en el ANEXO 2.

**1.4 Combinación de Agregados:**  
La granulometría del Agregado Global obtenido por la combinación del agregado fino y grueso, se muestra en el ANEXO 3.

**1.5 Agua:**  
Se uso agua potable procedente de la red UNI.

  
MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM** La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# ANEXO 7: RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
Facultad de Ingeniería Civil  
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



---

Expediente N° : 20-1170

Pág. 2 de 5

---

**2.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ) CEMENTO SOL Tipo I**

**2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Denominación	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	4"
Relación a/c de diseño	0.60
Relación a/c de obra	0.59
Proporciones de diseño	1 : 2.23 : 2.28
Proporciones de obra	1 : 2.30 : 2.29

**2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

Cemento	376 Kg.
Arena	839 Kg.
Piedra	858 Kg.
Agua	226 L.

**2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	376 Kg.
Arena	864 Kg.
Piedra	863 Kg.
Agua	221 L.

**2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	42.50 Kg.
Arena	97.68 Kg.
Piedra	97.49 Kg.
Agua	25.01 L.

**2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

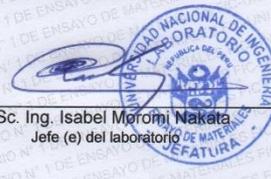
Proporciones	CEMENTO	ARENA	PIEDRA
	1	2.01	2.49
Agua	25.01	L/bolsa	

**3.0 OBSERVACIONES:**

- La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.  
Técnico : Sr. A.A.G.





MSc. Ing. Isabel Morón Nakata  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)  
[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# ANEXO 7: RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
Facultad de Ingeniería Civil  
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET** Engineering Technology Accreditation Commission

Pág. 3 de 5

---

**ANEXO 1**

EXPEDIENTE N° : 20-1170

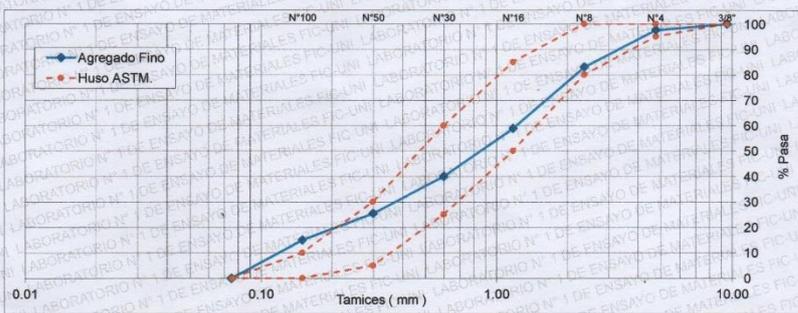
**1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :**

Consiste en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera TRANSTIDEC.

**A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ (Pulg)	(mm)	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	2.4	2.4	97.6	95 - 100
N°8	2.36	14.6	17.0	83.0	80 - 100
N°16	1.18	24.2	41.1	58.9	50 - 85
N°30	0.60	18.9	60.0	40.0	25 - 60
N°50	0.30	14.5	74.6	25.5	5 - 30
N°100	0.15	10.5	85.0	15.0	0 - 10
FONDO		15.0	100.0	0.0	

**B) CURVA DE GRANULOMETRÍA**



**C) PROPIEDADES FÍSICAS**

Módulo de Fineza	2.80
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1716
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1923
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.72
Contenido de Humedad (%)	3.01
Porcentaje de Absorción (%)	2.02

**2. OBSERVACIONES:**

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.  
Técnico : Sr. A.A.G.

NOTAS:  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.




---

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# ANEXO 7: RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

Pág. 4 de 5

## ANEXO 2

EXPEDIENTE N° : 20-1170

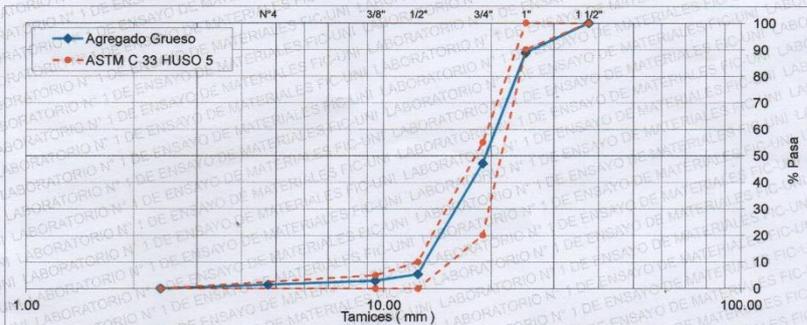
### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

Consiste en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera TRANSTIDEC.

#### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%	% PASA.
(Pulg)	(mm)	RET.	ACUM.	PASA	ASTM C 33 HUSO 5
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	11.2	11.2	88.8	90 - 100
3/4"	19.00	41.8	53.0	47.0	20 - 55
1/2"	12.50	41.6	94.6	5.4	0 - 10
3/8"	9.50	2.4	97.1	2.9	0 - 5
N°4	4.75	1.5	98.6	1.4	-
FONDO		1.4	100.0	0.0	

#### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



#### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	7.42
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1385
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1599
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.75
Contenido de Humedad (%)	0.50
Porcentaje de Absorción (%)	0.96

### 2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.  
Técnico : Sr. A.A.G.

#### NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI



# ANEXO 7: RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA

## ANEXO 3

Pág. 5 de 5

EXPEDIENTE N° : 20-1170

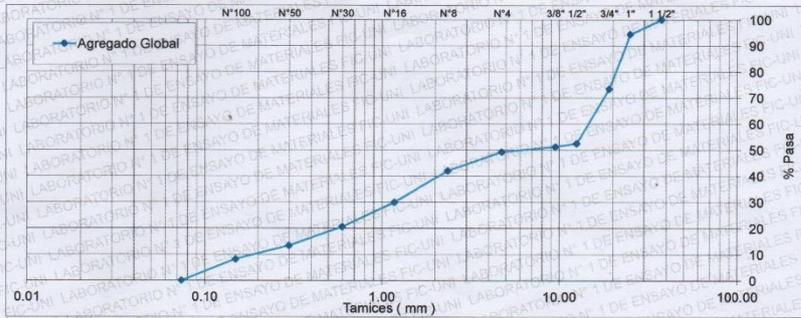
### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :

Consiste en una combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera TRANSTIDEC y PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera TRANSTIDEC.

#### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(Pulg)	(mm)			
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	5.6	5.6	94.4
3/4"	19.00	21.0	26.6	73.4
1/2"	12.50	20.9	47.6	52.4
3/8"	9.50	1.2	48.8	51.2
N°4	4.75	2.0	50.7	49.3
N°8	2.36	7.2	58.0	42.0
N°16	1.18	12.0	70.0	30.0
N°30	0.60	9.4	79.4	20.6
N°50	0.30	7.2	86.6	13.4
N°100	0.15	5.2	91.8	8.2
FONDO		8.2	100.0	0.0

#### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



#### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	5.12
% Agregado Grueso	50.26
% Agregado Fino	49.74

### 2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.  
Técnico : Sr. A.A.G.

#### NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)

[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)

Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI



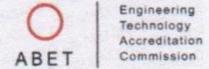
# ANEXO 8: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Cámara de Ingeniería Civil Acreditada por



### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : ALBERT ANDRÉ GUTIERREZ CASTILLO  
 Obra : TESIS  
 Ubicación : INFLUENCIA DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN LA RESISTENCIA DE VIGAS DE CONCRETO SIMPLEMENTE APOYADAS, LIMA 2020  
 Asunto : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.  
 Expediente N° : 20-1423-1  
 Recibo N° : 70814  
 Fecha de emisión : 06/11/2020

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales. La dosificación a utilizar es del expediente 20-1170

Dosificación proporcionada por el solicitante:	
CEMENTO - SOL TIPO I	376 kg
AGUA - RED UNI	221 kg
ARENA - GRUESA - CANTERA TRANSTIDEC	864 kg
PIEDRA - CHANCADA - CANTERA TRANSTIDEC	863 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015

3. RESULTADOS :

N°	Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
1	VD171	7	10.09	79.96	20462	256	245
2	VD172	7	10.14	80.79	18902	234	
3	VD271	7	10.10	80.12	18683	233	
4	VD272	7	10.07	79.64	18319	230	232
5	VD1141	14	10.06	79.41	22192	279	
6	VD1142	14	10.04	79.17	22378	283	281
7	VD2141	14	10.06	79.41	17583	221	
8	VD2142	14	10.15	80.83	20540	254	238
9	VD1281	28	10.06	79.49	23610	297	
10	VD1282	28	10.04	79.09	23355	295	296
11	VD2281	28	10.10	80.12	23439	293	
12	VD2282	28	10.12	80.36	24842	309	301

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. J.L.J.



NOTAS:  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# ANEXO 9: RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : ALBERT ANDRÉ GUTIERREZ CASTILLO  
 Obra : TESIS  
 Ubicación : INFLUENCIA DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN LA RESISTENCIA DE VIGAS DE CONCRETO SIMPLEMENTE APOYADAS, LIMA 2020  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión con cargas a los tercios del tramo  
 Expediente N° : 20-1423-2  
 Recibo N° : 70814  
 Fecha de emisión : 06/11/2020

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 15 vigas de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración CMC-046-2020
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.078:2017.
4. RESULTADOS : FECHA DE ENSAYO: 05/11/2020

N°	MUESTRAS	EDAD DE LA MUESTRA (días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			CARGA DE ROTURA (Kg)	OBSERVACIÓN
				LARGO	ANCHO	ALTURA		
1	VM(1)	28	1350.0	1446.0	150.0	150.0	3950	FALLA CENTRAL
2	VM(2)	28	1350.0	1446.0	150.0	151.0	3940	FALLA CENTRAL
3	VM(3)	28	1350.0	1445.0	150.0	151.0	4050	FALLA CENTRAL
4	VJC3(2)	28	1350.0	1446.0	150.0	151.0	3940	FALLA CENTRAL
5	VJC3(3)	28	1350.0	1446.0	150.0	150.0	3910	FALLA CENTRAL
6	VJC4(1)	28	1350.0	1447.0	149.0	150.0	4450	FALLA CENTRAL
7	VJC4(2)	28	1350.0	1446.0	149.0	150.0	4240	FALLA CENTRAL
8	VJC4(3)	28	1350.0	1447.0	150.0	150.0	4290	FALLA CENTRAL
9	VJC1(1)	28	1350.0	1447.0	150.0	151.0	3980	FALLA CENTRAL
10	VJC1(2)	28	1350.0	1446.0	150.0	152.0	3985	FALLA CENTRAL
11	VJC1(3)	28	1350.0	1447.0	149.0	151.0	4000	FALLA CENTRAL
12	VJC2(1)	28	1350.0	1445.0	149.0	150.0	3880	FALLA CENTRAL
13	VJC2(2)	28	1350.0	1446.0	150.0	150.0	4280	FALLA CENTRAL
14	VJC2(3)	28	1351.0	1447.0	150.0	152.0	3860	FALLA CENTRAL
15	VJC3(1)	28	1352.0	1445.0	150.0	149.0	3990	FALLA CENTRAL

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. C. C. G.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata  
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

